



République Algérienne Démocratique et Populaire



Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université ABEL HAMID IBN BADIS de Mostaganem

Institut d'Éducation Physique et Sportive

**THÈSE PRÉSENTÉE POUR L'OBTENTION DU GRADE DE DOCTEUR
EN S.T.A.P.S**

Spécialité : Entraînement Sportif

Intitulée

**LES EFFETS DE LA MUSCULATION
INTEGRÉE, SON OPTIMISATION ET SA
PLANIFICATION DANS L'ENTRAÎNEMENT
DES JEUNES FOOTBALLEURS U-18**

Présenté par :

GHOUAL ADDA

Sous la direction du :

Pr. BENGOUA ALI

Année Universitaire : 2016-2017

DEDICACES

A ma mère.

A ma mère.

A ma mère.

A mon père.

A ma très chère défunte épouse NACERA "تغمدها الله برحمته"

Ainsi qu'à mes deux filles « Imene et Meriem ».

A tous mes frères et sœurs.

A mon épouse AMINA pour son soutien et à ma toute dernière née, ma fille Nacera-wissal.

Ghoual Adda.

REMERCIEMENTS

Je remercie "ALLAH" le tout puissant de m'avoir donné la patience et la persévérance, pour mener à terme cette étude.

*Le Professeur **BENGOUA** Ali, directeur de recherche, pour sa patience et sa disponibilité tout au long de cette recherche, et ses orientations.*

*J'adresse mes remerciements également à tout le staff pédagogique et administratif de l'IEPS de Mostaganem et à leur tête le directeur de l'institut Pr. **BENKAZDALI** Hadj Mohamed.*

Je remercie les membres du jury pour avoir accepté d'expertiser ce travail ainsi que pour les observations et les critiques émises qui ne feront que renforcer ma volonté de toujours apprendre plus.

*Mes pensées vont aux regrettés professeurs **LAHMAR ABDELHAK** et **KOSSAI EL KAISSI** et **CHAALEL ABDELMAJID**, Que DIEU le tout puissant leurs accordent Paradis et Miséricorde.*

*Aux jeunes footballeurs, et à leur entraîneur **Mr TOUATI A.E.K**, a monsieur les directeur technique et sportif et Mr **BOUKSARA AHMED** président de club WA Mostaganem*

A mes collaborateurs et amis : Pr ROUBAI AMINE, Dr ZERF Med, Mr SAIHLN, Mr OUALID.K pour leurs aide précieuse.

A tous mes collègues de travail pour m'avoir encouragé à continuer et persévérer dans cette voie, ma profonde gratitude et ma reconnaissance.

Dans le souci de n'oublier personne, je remercie vivement toutes celles et tous ceux qui ont contribué à la réalisation de cette étude.

SOMMAIRE

Dédicaces.

Remerciements.

Liste des tableaux

Liste des schémas et figures

Liste des abréviations

PRESENTATION DE LA RECHERCHE

1. Introduction.....	1
2. La problématique.....	3
3. Les hypothèses de la recherche	4
4. Les objectifs de la recherche	5
5. Les mots clés de la recherche.....	6
6. Les études similaires.....	7
7. Commentaire des études similaires.....	12
Conclusion.....	12

CADRE THEORIQUE : REVUE ET ANALYSE DE LA LITTERATURE.

Chapitre 1 : les bases physiologiques de la contraction musculaire

Préambule.....	15
1-La force.....	15
3-Théorie de la contraction musculaire.....	17
3-1-Le muscle.....	17
3-1- structure macroscopique du muscle.....	17
3-2- étapes de la contraction musculaire	18
3-3- recrutement des fibres et intensité de l'exercice	19
3-4- les sources de l'énergie musculaire.....	19
4-La maturation.....	21
5-1- blessures et niveau de maturation.....	23
5-Les effets de l'entraînement régulier sur le système musculaire	24
5-1-suivi de l'entraînement.....	26
6-Plasticité musculaire et préparation physique.....	27
6-1-Les adaptations physiologiques	27
6-2-Structure du muscle squelettique et de la fibre musculaire	29
6-3-Les voies de signalisation intracellulaire impliquées	31
6-3-1-Signalisation calcique	32
6-3-2-Réponses de l'appareil contractile	33
7-Équipement du muscle en types de fibres	35
7-1-Réseau capillaire musculaire	35
7-2-Le rendement musculaire.....	36
7-3-Réactions chimiques	36

8-Transfert d'énergie lors de réactions	36
8-1-L'énergie.....	38
8-1-1-transformation d'énergie	40
8-1-2-l'énergie et le travail.....	40
8-1-3-la thermodynamique.....	41
Conclusion	42
Chapitre 2 : Analyse de l'activité football	
Préambule	44
1-Le football de haut niveau.....	45
2-La répartition des efforts en football.....	46
3-La planification de l'entraînement en football.....	46
4-La conduite de l'entraînement.....	49
5-L'entraînement en football des moins de 18 ans (u18).....	52
6-La force en football.....	53
7-La musculation en football.....	54
8-La planification des méthodes de musculation dans l'année.....	54
9-La planification des sollicitations physiologiques.....	55
Conclusion	56
Chapitre 3 : Analyse de l'exercice de musculation en football et sa planification	
Préambule	58
1-Définition générale du renforcement musculaire.....	59
2-Modèle d'analyse du renforcement musculaire adapte aux pratiques sportives.....	60
2-1-Analyse des caractéristiques de l'engagement musculaire.....	60
3-La préparation physique intégrée.....	62
3-1-Les dimensions de la préparation physique intégrée.....	63
4-Bases anatomiques et physiologiques de la force.....	64
4-1-Les mécanismes de la force.....	64
5-Les types de forces.....	65
6-Les objectifs de la préparation musculaire	65
6-1-Le transfert de la force vers le jeu.....	66
6-2-Planification de l'entraînement.....	66
6-3-Mécanique musculaire	67
6-4-Puissance d'accélération.....	68
7-Intervention de la force en football.....	70
7-1-Types d'entraînement.....	73
7-2-Entraînement de renforcement musculaire	73
7-3-Méthodes d'entraînement de la force en football	74
7-3-1-développement de la force vitesse.....	76
7-3-2-entraînement de la force endurance	77
7-3-3-Entraînement de force dynamique lente (isocinétique)	78
7-3-5-développement de la force maximale par augmentation de la section musculaire	78
7-3-7-entraînement de force dynamique avec freinage (méthode négative).....	79

7-3-8-développement de la force maximale par amélioration de la coordination intramusculaire.....	79
7-3-9-entraînement de force statique.....	79
7-3-10-entraînement de force avec le poids du corps.....	80
7-3-11-entraînement de force avec haltères et machines	80
8-Planification a long terme.....	80
8-1-les adaptations à long terme aux exercices de force.....	80
9-Planification à court terme.....	81
9-1-les adaptations à court terme aux exercices de force.....	81
10-Entraînement de force chez les enfants et les adolescents	82
10-1-Les finalités de l'entraînement de la force chez les jeunes footballeurs.....	84
11-Effets de l'entraînement sur la typologie musculaire	85
11-1-Fatigue musculaire et adaptations à l'exercice.....	85
11-2-Hypertrophie ou hyperplasie	85
12-La pliométrie.....	86
12-1-application de l'entraînement de la puissance aux spécificités sportives.....	90
12-2puissance de départ.....	90
13-Le gainage.....	91
13-1-l'exécution du gainage	92
13-2-musculation et gainage du bassin (hanche).....	92
13-3-musculation et gainage du buste (tronc)	92
Conclusion.....	93

CADRE PRATIQUE : CONTRIBUTION EXPÉRIMENTALE

CHAPITRE I : Méthodologie de la recherche

1. Introduction.....	96
2. La méthode de recherche.....	96
3. Tâches de la recherche	97
4. Population de l'étude.....	97
5. Les facteurs spatio-temporels de l'étude.....	98
6. Identification des variables.....	98
7. Le choix des tests.....	99
8. L'étude préliminaire.....	107
9. Les bases scientifiques des outils utilisés.....	108
10. L'étude principale ou le déroulement de l'expérimentation.....	110
11. Les outils statistiques.....	114
12. Les difficultés de la recherche.....	116
13. Conclusion.....	116

CHAPITRE II : présentation et discussion des résultats

1. Introduction.....	118
2. Présentation des résultats.....	118
3. Résultats des pré-tests.....	118

4. Discussion des résultats des pré-tests	100
5. Résultats des post-tests.....	116
6. Discussion des résultats des post-tests	120
7. Comparaison des résultats avant et après l'expérimentation.....	122
8. Présentation et discussion des résultats test par test	124
CHAPITRE III : Discussion des hypothèses	
Préambule	141
1. Discussion des hypothèses émises.....	141
1-1-Discussion de l'hypothèse 1.....	141
1-2-Discussion de l'hypothèse 2.....	144
2. Conclusion générale.....	146
3. Recommandations.....	151
Bibliographie	
Annexes	
Résumés	

Liste des tableaux

N°	INTITULE	PAGES
01	Tableau récapitulatif des capacités fondamentales requises en football (Rohz, 1992).	36
02	Distances des efforts de haute et de faible intensité suivant différents auteurs d'après Dufour 1990	37
03	Tableau () méthodes d'entraînement de force, indication, répétitions et charges	59
04	Tableau récapitulatif qui représente les bases scientifiques des tests utilisés	87
05	Tableau représentant les résultats <u>des pré-tests des deux groupes (G.e et G.t).</u>	96
06	Tableau représentant les résultats <u>des post-tests des deux groupes (G.e et G.t).</u>	97
07	Tableau représentant les résultats des pré-tests et des post-tests du groupe expérimental.	98
08	Tableau représentant la comparaison des résultats du test Vitesse (20 m) <u>sans</u> Ballon	100
09	Tableau représentant la comparaison des résultats du Test de Sargent	101
10	Tableau représentant la comparaison des résultats du test « la chaise »	103
11	Tableau représentant la comparaison des résultats du Vitesse (20 m) <u>avec</u> <u>ballon</u>	105
12	Tableau représentant la comparaison des résultats du Navette 5+10+15..(30 Sc)	107
13	Tableau représentant la comparaison des résultats du Vitesse (20m) <u>sans</u> <u>Ballon</u> et avec changement de direction	108
14	Tableau représentant la comparaison des résultats du Vitesse (20 m) <u>avec</u> <u>Ballon</u> et avec changement de direction	110
15	Tableau représentant la comparaison des résultats du <u>Test du gainage</u>	112
16	Tableau représentant la comparaison des résultats du test demi- Cooper	113

Liste des schémas et figures

N°	INTITULE	PAGES
01	Structure macroscopique du muscle	15
02	Schéma de La contraction musculaire	16
03	L'évolution de la croissance du jeune athlète de 0 a 20 ans	19
04	Les effets de l'entraînement régulier sur le système musculaire	21
05	Schéma d'un myocyte et des réactions du métabolisme énergétique à l'intérieur de celui - ci	24
06	Les unités motrices et contraction musculaire	26
07	Les myocytes ou fibres musculaires et les mécanismes cellulaires et moléculaires de leur contraction	29
08	Schéma de La régénération de l'ATP	31
09	L'Adénosine Triphosphate	32
10	Les besoins en ATP lors de l'exercice	33
11	La relation Force-puissance-vitesse	52
12	Types de force	56
13	Forme de contraction	56
14	Type d'entraînement de force	57
15	Méthodes d'entraînement de force	57
16	Les finalités de l'entraînement de la force chez les jeunes footballeurs	67
17	Images du gainage	73
18	<i>Figure du test de 20 m Vitesse</i>	79
19	<i>Figure du test de Sargent</i>	81
20	<i>Figure du test de La Chaise</i>	81
21	<i>Figure du test de navette 5+10+15 en (30 sc)</i>	82
22	<i>Figure du test de Vitesse (20m) <u>sans</u> ballon et avec changement de direction</i>	83
23	<i>Figure du test de Vitesse (20m) <u>avec</u> ballon et avec changement de direction</i>	84
24	<i>Figure du test du gainage</i>	84
25	<i>Figure du test demi-Cooper (6 mn)</i>	85

Tableau des abréviations

abréviations	Les significations
G.E	Groupe expérimental
G.T	Groupe témoin
D.C	Demi- Cooper
M.I	Musculation Intégrée
J.M	Jonglerie en mouvement
8. b	Huit avec ballon
U-18	Les joueurs moins de 18 ans
P	page
F.B	football
P.P.I	Préparation physique intégrée
F.C	Fréquence cardiaque
VMA	Vitesse maximale aérobie
PMA	Puissance Maximale Aérobie
Vo2 max	Volume d'oxygène maximum

1-INTRODUCTION

Le football est un sport de contact qui nécessite un développement musculaire équilibré pour résister aux différentes agressions liées essentiellement à la grande répétitivité des actions ainsi qu'aux différents chocs. C'est un sport où la qualité de puissance explosive et l'aptitude à la conserver pendant toute la durée du match est primordial. Un renforcement musculaire général et spécifique est indispensable pour la pratique au plus haut niveau.

Le match reste toujours la finalité de l'entraînement reflétant la qualité du joueur et caractérisant les efforts réalisés qui vont servir de référence pour orienter l'entraînement. (Reilly, 1994) L'objectif premier de cette recherche est donc d'observer et analyser efficacement les charges d'entraînement des sportifs, en relation avec les exigences physiques et physiologiques du football (moderne) de compétition.

La musculation a une place de plus en plus importante pour tous les footballeurs sérieux. Elle est indispensable pour travailler la résistance physique, aussi bien sur les impacts que pour travailler l'endurance.

Le football, étant un sport avec quelques contacts physiques, il est impératif pour un joueur de haut niveau d'avoir un physique capable d'encaisser les charges multiples des adversaires.

En effet, au cours d'un seul match de football, un joueur, surtout s'il joue au poste de milieu de terrain ou attaquant, peut subir plus de vingt tacles. Que le joueur joue attaquant, milieu de terrain, défenseur ou bien gardien de but, une bonne musculation lui donnera la confiance face aux différentes charges de ses adversaires. (LEGEARD, 2005)

Mieux même, sa bonne musculature peut même susciter la crainte chez les adversaires et peut leurs faire douter au cours des duels. Certains défenseurs et milieux défensifs usent souvent de leurs conditions physiques et musculaires irréprochables pour faire peur aux attaquants adverses beaucoup plus petits.

Mais la bonne musculature du joueur ne sert pas uniquement à faire peur aux adversaires, c'est aussi un atout majeur pour les joueurs à vocation offensive. Une bonne musculature donne au joueur une qualité de puissance explosive, c'est-à-dire, que le joueur peut se mobiliser très rapidement sur le terrain.

En suivant le programme de musculation adéquat, le joueur peut avoir une forte accélération qui peut laisser sur place les défenseurs beaucoup plus lents. Cette explosivité peut aussi permettre au joueur d'avoir une frappe de balle soudaine et violente qui peut surprendre le gardien de but adverse.

Les milieux de terrain expérimentés les plus doués utilisent beaucoup cette technique pour marquer des buts. En plus de cela, un footballeur ayant une bonne musculature peut sauter plus haut que les autres. Cette faculté est tout à fait indispensable surtout lors des coups de pieds arrêtés et dans les duels aériens. On peut dire que la musculation a une place importante au football.

Mais les atouts qu'apportent une bonne musculation au footballeur ne s'arrêtent pas là. En effet, elle permet au joueur de garder un niveau de puissance élevé pendant toute la durée du match.

Un joueur mal préparé musculairement ne peut tenir un rythme élevé assez longtemps et peut même pénaliser toute l'équipe au cas où les changements de joueurs permis ont déjà été effectués par l'entraîneur. Dans ce cas-là, le joueur fatigué devient le maillon faible de l'équipe et peut être facilement exploité par l'adversaire. (HASSMAN & KENTTA, 1999)

Par contre, le footballeur ayant bien suivi le programme de musculation en résistance peut à la fin du match courir aussi vite que lorsque le match venait de commencer. Ces joueurs considérés comme « infatigables » soulagent beaucoup leur équipe, car ils peuvent être dangereux à tout moment pour l'adversaire.

Le but d'un entraînement de musculation pour le football est de gagner en explosivité et en vitesse, mais aussi d'être plus solide lors des contacts, et de gagner les duels aériens, en sautant plus haut que les autres footballeurs.

Après n'importe quel entraînement, un entraîneur souhaite toujours que son footballeur ait acquis le maximum de choses possibles que ce soit sur le plan technique ou physique.

En établissant le programme de musculation d'un footballeur, les entraîneurs s'attendent à ce que ce dernier devienne plus costaud et soit capable de rivaliser avec ses adversaires. Le souhait de tout entraîneur est de pouvoir coacher un joueur complet et qui soit bon dans tous les compartiments du jeu. (VOUILLOT, 2005)

Mais avant d'arriver à cela, l'entraîneur doit d'abord tout faire pour que le joueur ait un bon niveau d'endurance. C'est la première étape que le joueur doit franchir. Aucun entraîneur au monde ne voudrait d'un joueur qui fatiguerait un quart d'heure après le début du match.

L'entraîneur s'attend, donc, à ce que son joueur puisse finir un match. Lorsque le footballeur peut tenir tout un match sans faiblir, c'est à ce moment-là que l'entraîneur peut lui présenter un programme d'entraînement plus spécifique.

Avec un programme de musculation destiné à accroître l'explosivité du footballeur, l'entraîneur espère que son joueur soit beaucoup plus actif sur le terrain et soit capable d'augmenter sa vitesse de déplacement au moment où il le souhaite. (TURPIN, 2002).

Il peut pour cela soit accélérer le jeu pour porter rapidement le danger vers le but adverse, soit accélérer pour charger un adversaire qui vient de prendre possession du ballon.

L'entraîneur comptera aussi sur son joueur pour qu'il gagne les duels aériens face aux défenseurs adverses. Un coup de pied arrêté est toujours une occasion de but si l'on possède des bons joueurs de tête dans son équipe. Et les entraîneurs comptent beaucoup sur leurs joueurs dans ce genre de circonstances.

Après un entraînement de musculation, les entraîneurs attendent donc beaucoup de choses de la part de ses joueurs, et de ces choses-là dépendent le succès de l'équipe. Dans le cas contraire, le joueur se serait entraîné vainement et sans résultat positif.

2- La problématique :

La logique de la préparation physique préconisée dans le football consiste à axer le travail sur l'endurance, puisque cette aptitude correspond à 95% du temps de jeu. Mais cette conception recèle d'évidentes limites, car les phases vraiment déterminantes (conquête de la balle, duels, tir, tête, etc...) font appel à des efforts du type explosif, l'idée c'est de procéder à une approche totalement différente et tout à fait nouvelle par rapport à la préparation classique. Elle consiste à inverser les tendances et à préconiser les paramètres de la force et l'explosivité comme base de la préparation physique en football. (LAMBERTIN, 2000)

La musculation intégrée est un élément de préparation parmi d'autres. Elle nécessite donc une approche individualisée et une coordination avec tous les acteurs de la discipline. Elle doit être permanente (plan de carrière, plan annuel, cycle...) car elle est prioritaire dans

l'entraînement du jeune footballeur. Cela se fera par un renforcement adapté de l'ensemble des muscles participant aux mouvements, la contention des articulations sollicitées et le maintien d'un équilibre inter-segmentaire.

Contrairement à certaines idées reçues, nous affirmons que ce n'est pas la musculation qui blesse le joueur de football, mais une musculation mal faite, ou pas de musculation du tout, l'idée développée par ceux qui pensent que le football pratiqué à haute dose génère sa propre préparation physique, générale et spécifique, et se suffit à lui-même. La musculation fait parfois mal, car en réveillant la douleur, elle révèle les problèmes existants ; en musculation on ne triche pas, on ne s'économise pas, Ainsi le travail en flexion fait mal au genou d'un joueur, mais faut-il pour autant abandonner la musculation de sa cuisse et le laisser de plus en plus courir.

Contrairement aux footballeurs algériens qui manquent terriblement de puissance dans le jeu, en estimant que c'est un travail inutile et en vain.

- La question principale qui nous vient à l'esprit c'est ; est-ce que l'optimisation de la musculation intégrée et sa planification dans l'entraînement des jeunes footballeurs de moins de 18 ans peut être bénéfique et contribue à acquérir un potentiel physique important à la pratique du football de haut niveau, et est-ce que la musculation spécifique au football peut amener une modification significative du potentiel physique et technique du jeune footballeur sans perturber son développement harmonieux sur le plan footballistique et physique ?
- Secondairement, est-ce que la musculation intégrée à la planification de l'entraînement à des effets néfastes sur le rendement et la performance du jeune joueur, d'une autre manière c'est un frein à son épanouissement footballistique ?

3-les hypothèses de la recherche :

Pour illustrer les approches de notre recherche nous allons proposer les hypothèses suivantes :

1. L'optimisation de la musculation intégrée et sa planification dans l'entraînement des jeunes footballeurs de moins de 18 ans ne peut qu'être bénéfique et contribue à acquérir un potentiel physique important à la pratique du football de haut niveau.

2. La musculation intégrée à la planification de l'entraînement à des effets néfastes sur le rendement et la performance du jeune joueur, d'une autre manière c'est un frein à son épanouissement footballistique.

L'organisation d'une recherche autour d'hypothèses de travail constitue un moyen efficace de la mener avec ordre et rigueur sans sacrifier pour autant l'esprit de découverte et de curiosité.

4-Objectifs de la recherche :

L'objectif principal de cette étude est de vérifier, *au sein* d'une équipe de jeunes footballeurs U-18 s'entraînant quatre séances de football hebdomadaire dont deux en intégrant des exercices de musculation spécifique en début de séances suivi d'un travail technico-tactique. En d'autres termes, amener la salle de musculation avec un matériel facile à installer et peu encombrant accessible à tous de part sa valeur marchande et sa disponibilité, aux abords d'un terrain de football et étudier l'impact de cette approche sur les qualités musculaires du jeune joueur, et si l'introduction de cette partie musculation en début de séance présente une influence positive sur les qualités de force, d'explosivité, de force-vitesse, de puissance et de force-endurance chez les jeunes footballeurs algériens de moins de 18 ans.

Deuxièmement, d'observer et d'analyser un processus d'entraînement du footballeur à partir des séances et/ou des exercices types d'entraînement, cette analyse aura pour finalité de quantifier et de qualifier l'activité du footballeur lors d'un cycle annuel d'entraînement en intégrant la musculation dans la planification en comparaison avec un programme où cette dernière, c'est-à-dire, la musculation n'est pas prise en considération dans la planification de l'entraînement des jeunes footballeurs U-18.

L'ambition escomptée dans cette recherche est de connaître les effets de la musculation intégrée à l'entraînement des jeunes footballeurs :

a-Du point de vue scientifique, essayer de prouver à travers notre expérimentation l'efficacité de cette approche dans le développement des paramètres de la (force) chez les jeunes footballeurs U-18.

b-Cependant sur le plan pratique, on va essayer d'orienter les entraîneurs et les éducateurs de cette catégorie ainsi que les étudiants en S.T.A.P.S et les inciter à intégrer la musculation dans leur programmation afin de réaliser leurs objectifs dans la formation des jeunes footballeurs algériens.

5-les mots clés de la recherche :

- Musculation intégrée : C'est un travail de renforcement musculaire associé à l'entraînement spécifique à une discipline sportive. Là dans le cas du football les jeunes le travail sur la technique gestuelle en leur faisant acquérir les gestes clés de la musculation, et travailler sur les chaînes musculaires, proprioception, coordination intermusculaire.
- Optimisation de l'entraînement : « Variations périodiques du volume, de l'intensité, des contenus d'entraînement afin d'optimiser la progression » (Rhodri S. Lloyd, 2013).
- Planification en football : « Structuration cyclique du programme d'entraînement à long terme afin d'atteindre les plus hauts niveaux de performance au moment des compétitions importantes » Verkhoshansky et Stiff, 2009
- Jeunes footballeurs U-18 : Symbolisée par une chute de la vitesse de croissance et le début du stade « s'entraîner à la compétition ». L'accent devra être mis sur la vitesse, l'explosivité et la puissance (tous les paramètres décisifs de la performance). La planification devra laisser une part importante à la préparation physique pour optimiser les progrès. La pliométrie verticale devra avoir une place centrale dans la préparation physique.
 - Développer la vitesse par des situations plus exigeantes.
 - Utiliser les mouvements généraux de musculation (poids de corps, Médecine Ball, charges légères)
 - Planification d'exercices de pliométrie. (Cometti, 2014).

Qui sont les jeunes footballeurs ?

Il y a nombreuses réponses à cette question qu'il paraît nécessaire de les sérier en plusieurs catégories spécifiques centres sur :

- a- Les âges et la morphologie.
- b- Le développement corporel et intellectuel par l'éducation.
- c- Le développement psychologique. (BARTHELEMY, 1985)

Maturité et équilibre : Retour à l'équilibre psychique et corporel permettant l'acquisition de grandes capacités physiques, psychiques, intellectuelles, d'observation, et d'assimilation, afin d'améliorer ses performances et sa condition physique.

Dans une étude récente **Pr. N. MIMOUNI**, a réalisé une étude approfondie des caractéristiques morphologiques des footballeurs algériens, en vue d'améliorer les processus de détection et de

formation de l'élite nationale. En conclusion, ce travail souligne l'importance de l'élaboration du profil morphologique du jeune footballeur algérien pour servir de base de référence aux entraîneurs et aux scientifiques. L'influence de la croissance et de la maturation sur la performance étant un fait avéré.

6-les études similaires :

La difficulté majeure que peut rencontrer un chercheur dans son domaine est celle du manque de références et d'ouvrages qui sont susceptibles de le guider dans sa quête scientifique, c'est pour cette raison qu'on va aborder non pas les travaux antérieurs ou précédents, mais les études similaires à notre modeste étude.

6-1-L'étude de Koutchouk sidi Mohamed (2012):

Intitulé : Impact de l'entraînement avec charges (muscultation) dans le développement de la force selon un programme adapté sur certains indices physiologiques et techniques.cas des joueurs de football U-17".

Objectif de l'étude : la définition de la relation ; charge d'entraînement adaptée et développement de la technicité dans un processus d'entraînement planifié, met en évidence le fort degré qui en découle quant aux compétences du joueurs.

Population et méthode : Pour mener cette étude a terme le chercheur a proposé un programme baser sur le travail de muscultation avec charges pour un groupe expérimental composé de 10 joueurs, et un groupe témoin qui ne s'est pas entrainer avec des charges, pour une finalité de comparaison entre les groupes de cette étude.

Résultats : il ressort selon les résultats obtenus a l'issu de cette étude ce qui suit ;

- Le groupe expérimental et le groupe témoin ont des résultats satisfaisants dans le développement de la force et en même temps voir leurs indices physiologiques ainsi que leurs résultats techniques se sont améliorés, ce ci étant du a la préparation avec des charges appropriées.
- Le programme d'entraînement avec charges (muscultation) proposé a permis l'amélioration de la force beaucoup plus chez le groupe expérimental que chez le groupe témoin.

Sur la base de ces résultats le chercheur a proposé un certains nombres de recommandations utiles dans le domaine de l'entraînement des jeunes footballeurs U-17.

6-2- L'étude de C. Cometti & coll :

Intitulé : Effets d'un entraînement par électrostimulation de 5 semaines sur la force, la détente, le sprint et la frappe de balle chez des footballeurs amateurs"

Objectif de l'étude : Le but de notre étude est donc de mettre en évidence les adaptations en termes de force, de détente, de sprint et de vitesse de frappe de balle chez des footballeurs amateurs.

Population et méthode : Vingt footballeurs amateurs de niveau régional ont participé à l'étude, 10 entraînés par électrostimulation (GE) et 10 constituant le groupe contrôle (GC). Le programme d'entraînement par électrostimulation a été effectué pendant une période de 5 semaines sur les muscles du quadriceps fémoral. Les sessions d'entraînement ont été réalisées 3 fois par semaine à raison de 36 contractions par session. Le GE et GC ont été testés avant et après une période de 5 semaines (post).

Résultats : Aucune différence significative n'a été observée pour le GC. Une augmentation significative de la CMV quel que soit le mode de contraction (i.e. excentrique, isométrique et concentrique) a été observée à l'issue des 5 semaines d'entraînement par électrostimulation ($p < 0.001$). De plus, la vitesse de balle a été également améliorées significativement post entraînement ($p < 0.01$).

Notre étude a permis de mettre en évidence une augmentation de la force et de la vitesse de frappe de balle après 5 semaines d'entraînement par électrostimulation sur le quadriceps fémoral chez des footballeurs amateurs.

6-3-L'étude de J.M. Crielaard :

Intitulé : Influence de la préparation physique sur les qualités physiques du jeune basketteur"

Objectif de l'étude: l'intérêt de ce type de travail chez les jeunes, à un moment où les qualités techniques et tactiques apparaissent primordiales.

Population et méthode : Trois équipes jeunes de basket-ball (âge = 16 ± 1 ans) ont été suivies pendant une saison. L'équipe contrôle (Contrôle) réalisait en moyenne trois entraînements technico-tactiques par semaine et un match. Les deux autres équipes (PP) ont bénéficié, durant toute l'année, d'une séance supplémentaire de préparation physique axée principalement sur l'éducation athlétique et le travail de l'explosivité. Une batterie de 8 tests standardisés (Sprint, lancer medicine-ball, détente verticale, souplesse ischios et adducteurs, abdominaux, vélocité, endurance) a été mise au point afin d'apprécier l'évolution des principales qualités physiques

Résultats : L'analyse des résultats reprend les joueurs ayant participé à toutes les évaluations. La préparation physique a amélioré efficacement les qualités de vitesse-explosivité [tests de sprint (+4,4%), de vélocité (+11,4%) et de DV (+5,6%)]. L'endurance a surtout été améliorée en début d'année (+8,8%). La performance en lancer, très aléatoire, ne change pas significativement. La souplesse des ischio-jambiers varie peu alors que celle des adducteurs est significativement améliorée lors des tests réalisés en février (+8,5%). On observe une amélioration importante pour les deux groupes lors du test d'abdominaux (+21,5%).

6-4-L'étude de Rami Chaibi :

Intitulé: L'impact du travail de la force maximale par la méthode de musculation dynamique sur l'amélioration de la puissance (force-vitesse) chez les rugbymen"

Objectif de l'étude: Notre travail vient s'inscrire dans le cadre d'une appréciation de l'impact du travail de la force maximale par la méthode de musculation dynamique sur la puissance des membres inférieurs.

Population et méthode : Notre échantillon est composé de 20 joueurs de rugby de sexe masculin, ces joueurs appartiennent à l'équipe de stade tunisien. Tous les sujets ne présentaient aucune contre indication pour l'entraînement à la musculation avant le début de protocole expérimental.

Les sujets ont pris connaissance du déroulement de l'expérience, de sa durée et de ses contraintes.

Conformément au but de la recherche, on s'est proposé de résoudre les tâches suivantes :

1. analyse de particularités de l'entraînement dynamique au sein du groupe expérimental.
2. Déterminer l'efficacité de cette méthode sur l'amélioration de la puissance des membres inférieurs
3. Comparer les résultats du groupe 1 et 2.

Pour résoudre l'hypothèse posée, on a eu recours aux méthodes suivantes :

1. analyse de la littérature scientifique et méthodologie.
2. les tests de terrain.
3. les méthodes statistiques et mathématiques.

Résultats : Au terme de notre étude et suite à notre expérimentation dans le cadre de l'analyse de l'impact du travail de la force maximale par la méthode des efforts dynamiques sur l'amélioration de la puissance des membres inférieurs, nous sommes arrivés aux conclusions suivantes :

L'entraînement en musculation, et nous pouvons le noter avec certitude, n'a été et ne peut être que bénéfique pour les joueurs de rugby en ce qui concerne l'amélioration de la variable puissance.

6-5-L'étude de ; B. Jidovtseff, P. Frère, C. Theunissen :

Intitulé : Apport de la musculation en sport collectif amateur: exemple du handball féminin

“The use of résistance training in amateur level team sports: The example of female handball.”

Objectif de l'étude : L'objectif de cette étude est de vérifier, au sein d'une équipe de handball féminin s'entraînant trois fois par semaine, si l'introduction de deux courtes séances de musculation hebdomadaires présente un impact positif sur les qualités physiques des joueuses au cours de l'année.

Population et méthode .: Dix-huit joueuses de handball du meilleur niveau beige ont été suivies au cours d'une saison entière. Dix de ces filles (groupe «Muscu») ont bénéficié, en plus de leur entraînement normal, de deux séances de musculation hebdomadaire d'une durée de 30 minutes. Les autres (groupe «Contrôle») ont suivi le même entraînement, sans les séances de musculation. Une batterie de tests (puissance des jambes, puissance des bras,

détente verticale, sprint, lancé, souplesse) a été mise en place, à quatre reprises au cours de la saison, afin d'examiner l'évolution des performances musculaires.

Résultats : Conformément à la littérature, le groupe «Contrôle» ne montre aucune modification de performance au cours de l'année. Les résultats du groupe « Muscu » montre, en revanche, que les séances de musculation ont été bénéfiques, avec des améliorations significatives, pour la puissance des jambes ($p < 0,005$) et le sprint ($p < 0,05$). L'amélioration de la détente se rapproche du seuil de signification ($p = 0,06$) et la puissance des bras apparaît supérieure en fin d'année comparativement au groupe «Contrôle».

6-6-L'étude de ; M. Hilpron :

Intitulé : Avoir de la force » et « être fort », approche ethnographique du judo de compétition.”

Objectif de l'étude : l'auteur s'interroge sur la place que tient la préparation physique dans cette activité sachant que la force ainsi développée n'est réinvestie que partiellement dans la pratique in situ (Blais et Trilles, 2006), et qu'il s'agit de ne pas trop augmenter la masse musculaire du compétiteur.

Population et méthode : Pour mener cette étude comparative, il a travaillé par observation participante et par entretiens, C'est en pratiquant avec les judokas qu'il a pu appréhender « par corps » les similitudes et différences qui existent entre le judo pratiqué en France, quatre à cinq fois par semaine tout en menant des entretiens de type informel. Au Japon, de septembre 2004 à août 2005, il a participé aux six séances hebdomadaires d'entraînement (2 heures chacune). Les notes qu'il prenait régulièrement dans ses carnets ethnographiques furent un moyen de prendre de la distance.

Résultats : par la préparation physique, on cherche à développer sa force pour l'utiliser dans le judo, avoir des bras, mettre les brancards ou les vérins, avoir du bœuf en France. A Terme, on s'entraîne pour être fort en judo. L'activité est beaucoup moins « disséquée » : quand on travaille le geste, on développe aussi la force, la vitesse, etc. Ce n'est pas la musculation qui rend fort mais la résistance à l'adversité, si bien que les exercices de renforcement musculaire sont intégrés à l'entraînement du judo.

La notion de force est conçue, pratiquée et appropriée différemment. Elle est entraînée de façon spécifique en France (musculation) tandis qu'elle est intégrée à la pratique du judo au

Japon, ce sont des mots, des gestes, un rapport au groupe (hiérarchie) ainsi qu'une conception particulière de l'efficacité.

7-commentaire des études similaires :

Ce que nous constatons, à travers ces études, c'est qu'un bon nombre de chercheurs ont abordé le sujet de la préparation physique en générale et en football et la musculation en particulier. Sauf que cette approche était orientée vers un entraînement généralisé ou toutes les disciplines se rejoignent. C'est-à-dire, un travail dissocié des autres paramètres de la préparation en sport(aspect technique, aspect tactique et aspect mentale) en salle de musculation alors que l'approche la plus récente consiste dans l'intégration du travail athlétique dans les spécificités de la discipline football selon les auteurs de ces études, à l'unanimité, ils sont d'accord pour dire que l'utilisation de la musculation est un paramètre primordiale comme procéder d'entraînement dans le football donne des résultats satisfaisantes, laisse a démontrer que le concept de la musculation intégrée est transposable chez les jeunes joueurs. Chose qu'on va mettre en évidence dans cette étude.

8-conclusion :

En guise de conclusion a cette présentation, nous pouvons dire que cette étude nous enrichira scientifiquement et pratiquement, espérons-le, car le concept de la musculation intégrée est récent et nécessite plusieurs travaux afin de pouvoir cerner toute ses facettes.

Notre analyse s'appuie sur une lecture approfondie de ces études similaires afin de rationaliser quelques éléments permettant de comprendre et de comparer notre étude a celles déjà abordées par d'autres chercheurs, dans la perspective d'une analyse thématique.

Préambule :

Quelle que soit notre spécialité, si avec la fatigue nous sommes obligés de réduire l'allure, c'est - pour une raison ou pour une autre- que nous n'arrivons plus à déployer suffisamment de force. Voilà le constat qui peut conduire un athlète à se dire que finalement le travail de force n'est peut-être pas réservé aux seuls haltérophiles. L'idée pour la course est qu'un muscle plus fort résistera plus longtemps.

La controverse est pourtant marquée entre les partisans et les détracteurs de l'entraînement à la force. C'est que l'entraînement à la force peut, s'il est mal réalisé, induire des adaptations néfastes au coureur. Nous devons garder à l'esprit que les qualités de force sont relatives au poids du coureur et à la vitesse d'exécution du mouvement. Elles ne doivent pas induire un gain de poids, ni nuire à la vitesse de réalisation.

Concernant le poids, l'entraîneur de l'équipe d'Angleterre déclarait que le premier devoir d'un coureur à pied était de ne pas transporter de masse inutile.

Plus généralement, force, vitesse, puissance forment un ensemble qui doit tendre à se rapprocher des conditions rencontrées en course. Ce que nous disons, c'est que l'entraînement de la force doit être adapté à la course. Pour l'athlète de demi-fond et de fond, il doit viser à l'amélioration de la puissance et de la durée de la contraction musculaire sans engendrer de prise de poids. L'objectif ultime est d'améliorer le rendement de la foulée en conditions habituelles ainsi qu'en état de fatigue.

1-La force :

Présentation les types de force : Les hommes de laboratoire et de terrain distinguent plusieurs sortes de forces selon le mouvement des muscles qui la génère. Comme nous allons le voir, ces forces sont mises en œuvre à des moments successifs de la foulée.

1-2-La force isométrique :

Imaginez-vous le dos plaqué contre un mur, bien droit à l'aplomb de vous vos "jambes" qui elles sont pliées. Vous êtes dans la position que l'on appelle par analogie de forme : la chaise. Pour vous maintenir dans cette position, vous contractez un certain nombre de muscles parmi lesquels les plus sollicités sont ceux de l'avant de vos cuisses. Bien que contractés, ces muscles n'ont pas bougé depuis le début de l'exercice. Ils travaillent sans créer de mouvement, sans changer de longueur. Ils sont en contraction isométrique.

Ce type de contraction se retrouve en course lorsque le membre inférieur doit soutenir le corps au moment de l'appui.

Le travail en contraction isométrique a l'avantage de ne pas développer la masse musculaire. Il sollicite, en effet, de manière prépondérante la commande nerveuse qui demande au muscle de se contracter. Il est souvent utilisé en début de série pour induire une pré-fatigue.

1-3-La force concentrique :

Imaginez maintenant que depuis votre position "chaise" vous décidiez de vous propulser vers le haut. Vos bras vont entamer un mouvement ascendant et vos jambes vont progressivement se déplier. Le principal artisan de ce déploiement des jambes est toujours le muscle situé à l'avant des cuisses ; le muscle appelé quadriceps. Pour permettre cet envol, ce muscle se contracte en se raccourcissant. Il rapproche ses deux extrémités dans un travail appelé concentrique. L'image à retenir est que le muscle se "concentre".

Dans le geste de course, la contraction concentrique du quadriceps suit de près, la contraction isométrique liée à la phase d'appui. Elle permet de repartir au moment de la phase dite "de poussée". Ce type de travail en concentrique est particulièrement important lorsque vous montez des escaliers ou lorsque vous courez en montée.

1-4-La force excentrique :

Après vous être propulsé en l'air, la pesanteur va rapidement vous faire retomber en sol. Vos membres inférieurs vont alors s'appuyer au sol et exercer une résistance pour éviter que vous vous retrouviez les fesses à terre. Cette action est, une fois de plus, le fait de votre quadriceps qui travaille en s'opposant à une force qui tend à l'allonger. Mais il a beau résister, il va tout d'abord s'allonger légèrement. Rapidement, la force qu'il va générer pourra équilibrer la force extérieure. Alors votre chute s'arrêtera. Pendant la première partie du contact au sol, votre muscle travail en excentrique. Il s'allonge, ses deux extrémités s'éloignent.

Dans la course, le travail excentrique du quadriceps accompagne, là aussi, la réception au sol. C'est pourquoi il est très important dans les descentes.

La contraction excentrique est celle qui permet le plus de gain de force. En revanche, elle provoque des lésions profondes du muscle et s'accompagne d'une douleur qui peut être très intense dans les 48 à 72h suivant la séance. Il convient donc de l'utiliser avec prudence.

1-5-La force pliométrique :

Il arrive parfois que les trois phases de contraction - excentrique suivie d'isométrique et de

concentrique - se suivent à une rapidité telle qu'il devient impossible de les différencier. On parle alors de contraction pliométrique. Ce type de travail du muscle est particulièrement intéressant car un peu à l'image de l'élastique que l'on étend et qui retrouve de lui-même sa forme initiale (secteur biomécanique), il permet de récupérer l'énergie emmagasinée pendant la phase d'étirement (excentrique) pour l'utiliser dans la phase de contraction (concentrique). La conséquence est qu'en pliométrie, le muscle peut développer une force 1,5 à 2 fois supérieure à la force isométrique maximale.

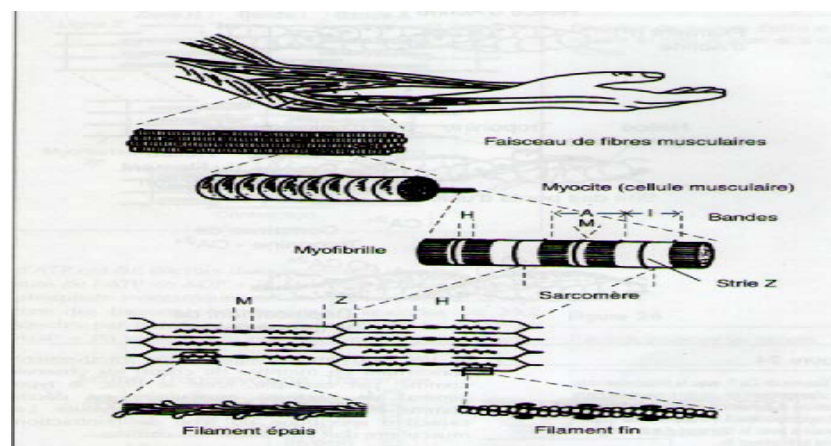
C'est ce type de contraction qui est recherché pour obtenir une course efficace c'est à dire bénéficiant au maximum de l'énergie gratuite du mouvement (secteur biomécanique).

Visuellement, elle se traduit par un appui au sol très rapide ; le pied donnant l'impression d'effleurer le terrain sans jamais s'y enfoncer.

2-Théorie de la contraction musculaire :

Etant donné le rôle primordial des muscles dans la performance sportive, la compréhension des mécanismes intimes de la contraction musculaire en liaison avec les métabolismes énergétique que nous avons précédemment étudié, sera envisagée dans ce chapitre. Pour ce faire, la connaissance préalable de la structure du muscle est nécessaire. (BILAT, 2003)

3-Le muscle :



Structure macroscopique du muscle

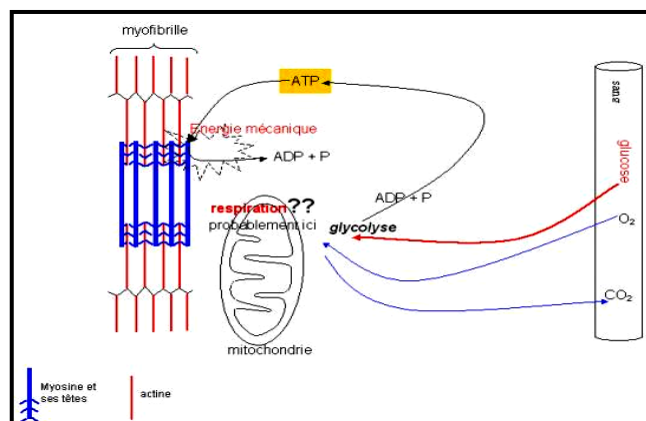
3-1-Structure macroscopique du muscle :

Le type, l'amplitude et la puissance d'un mouvement sont gouvernés par la dimension et la disposition des muscles agissant sur les leviers osseux du squelette. Un mouvement de forte amplitude met généralement en jeu des muscles dont les fibres ont une disposition fusiforme (ayant la forme d'un fuseau) comme le soléaire, alors qu'un mouvement réalisé à grande

puissance va d'avantage solliciter des muscles penniformes comme les muscles penniformes comme les muscles jumeaux.

3-2-Etapes de la contraction musculaire :

1. l'influx nerveux entraîne la libération d'acétylcholine à la jonction neuromusculaire.
2. L'acétylcholine se lie à ses récepteurs sur la plaque motrice, ce qu'il va permettre à l'influx nerveux de se propager sur le sarcolemme puis à l'intérieur des tubules transverses au sein de la fibre musculaire.
3. Lorsque l'influx nerveux atteint le réticulum sarcoplasmique, les ions calcium (Ca^{++}) sont libérés de leur saccule sarcoplasmique. Les ions Ca^{++} se lient à la troponine et causent ainsi un changement de position du trop myosine qui va alors découvrir les sites actifs de l'actine prêts à recevoir les têtes de la myosine porteuse de L'ATP et de son enzyme, L'ATPase.
4. Les têtes de myosine s'attachant à la troponine forment alors un pont d'union qui v permette le glissement réciproque des filaments fins et épais, les têtes de la myosine (filaments épais) tirant sur l'actine (filaments fins).
5. La fixation d'une nouvelle molécule d'ATP sur la tété de la myosine permet aux ponts d'union de se détaché et au calcium de retourner dans le réticulum sarcoplasmique. L'ATP est donc dégradée selon la réaction suivante.
 $\text{ATP} \longrightarrow \text{ADP} + \text{P} + \text{énergie.}$
6. Le cycle de la contraction est répété aussi longtemps que le calcium sort du sarcoplasme sous l'effet de l'influx nerveux qui arrive par le tubule transverse et qui rend la membrane du réticulum sarcoplasmique perméable aux ions calcium. (BILAT, 2003)



La contraction musculaire

3-3-Recrutement des fibres et intensité de l'exercice :

On sait que la vitesse de conduction de l'influx nerveux parcourant une unité motrice, c'est à dire le motoneurone et les fibres de type I (fibre lente), est plus lente (60 mètres/seconde) que celle parcourant une fibre de type II b (fibres à contraction rapide avec contraction rapide avec 80 mètres/seconde) (Petit, 1980).

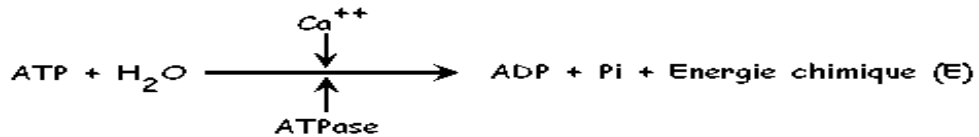
En effet, c'est le motoneurone qui détermine finalement la caractéristique de la fibre musculaire. Lorsqu'on intervertit expérimentalement les motoneurones (innervation croisée), une fibre lente, alors commandée par un motoneurone rapide, va devenir une fibre à contraction rapide. Ses caractéristiques sont alors inversées avec moins de mitochondries, moins de capillaires entourant chaque fibre, moins de myoglobine, mais davantage de protéines contractiles (actine myosine). C'est ainsi que toutes les fibres musculaires innervées par le même motoneurone ont la même typologie.

Notons que le nombre de fibres musculaires par motoneurone va conditionner le degré de finesse et de précision d'un mouvement on trouve, par exemple, cinq fibres musculaires par motoneurone dans les muscles oculaires externes contre mille ou plus dans les muscles temporaux. Les fibres musculaires d'une seule unité motrice peuvent être réparties sur tout l'ensemble du muscle. Pour les innover, un motoneurone se scinde en de nombreuses collatérales. On distingue, tout comme pour les fibres musculaires, des unités motrices (motoneurone+ fibres musculaires qu'il innerve) à contraction rapide et des unités motrices à contraction lente. Pour savoir si l'on a affaire à une unité motrice du premier ou du deuxième type, on observe l'origine de son motoneurone (notamment pour ce qui concerne la fréquence de ses impulsions). Les unités motrices à contraction lente sont plus sensibles au manque d'oxygène, puisqu'elles ont un métabolisme oxydatif plus intense.

Quoi qu'il en soit, il est conseillé de prélever plusieurs échantillons de muscles pour pouvoir cerner la typologie musculaire d'un sportif. On peut également étudier les propriétés du muscle par la résonance magnétique nucléaire (RMN) (encadré 5) et constater que la réussite dans une discipline sportive correspond à une typologie musculaire assez marquée.

3-4-Les sources de l'énergie musculaire :

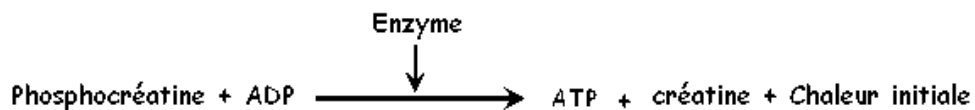
La molécule d'ATP représente la source principale de l'énergie musculaire. L'hydrolyse de l'ATP produit de l'énergie chimique nécessaire à la contraction musculaire.



Dans un muscle, les réserves d'ATP sont faibles : » 5 mmol / kg de muscle. A ces réserves peut correspondre une contraction de quelques secondes (2 à 3). La régénération (resynthèse) de l'ATP est donc obligatoire. Il existe deux voies de la régénération de l'ATP.

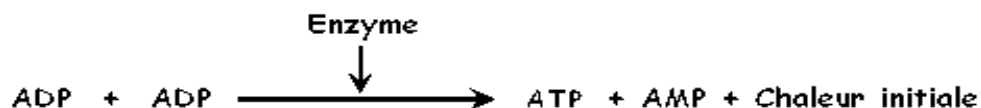
La voie Rapide

- A partir de la Créatine phosphate (Phosphocréatine)



Elle permet une restauration immédiate de l'ATP. En effet, lors de contraction très brèves, de l'ordre de quelques secondes, le taux d'ATP dans le muscle reste constant. Il existe donc un processus immédiat de restauration de l'ATP. Il ne nécessite pas d'oxygène et se réalise sans formation d'acide lactique, d'où son nom de voie anaérobie alactique. Les réserves de créatine phosphate (CP) sont de 20 mmol / kg. Ce n'est pas suffisant: ça correspond à une contraction de 10 secondes.

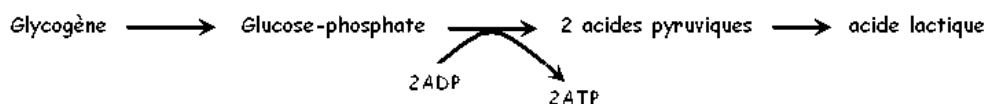
- A partir de l'ADP: adénosine diphosphate



La voie Lente : Lorsque la demande en ATP dépasse les possibilités de la voie précédente (durée supérieure), l'organisme utilise la voie anaérobie lactique. Lors de cette réaction, la cellule musculaire utilise les molécules organiques mise en réserve dans son cytoplasme (utilisation de la molécule de glycogène)

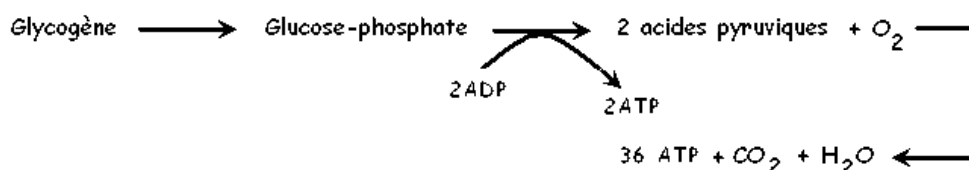
- Glycolyse anaérobie : La fermentation

La glycolyse anaérobie conduit à la formation d'acide lactique ce qui gêne la contraction musculaire et provoque des douleurs et des crampes musculaires. Cette glycolyse anaérobie a un mauvais rendement énergétique: 2 molécules d'ATP



- La glycolyse aérobie : La respiration

Lorsque la contraction musculaire se prolonge, La voie aérobie des oxydations respiratoires dans les mitochondries se met en route.



Pour que l'effort soit maintenu, il faut absolument qu'il y est hydrolyse aérobie du glucose. Lors des contractions lentes ou au repos, la plus grande partie de l'approvisionnement en ATP est assurée par la respiration cellulaire aérobie. La respiration cellulaire aérobie se déroule dans les mitochondries, elle nécessite la présence d'oxygène et fait intervenir une suite de réactions complexes (cycle de Krebs - chaîne respiratoire de transport d'électrons) appelée phosphorylation oxydative. La glycolyse aérobie présente un rendement énergétique très élevé: 38 molécules d'ATP

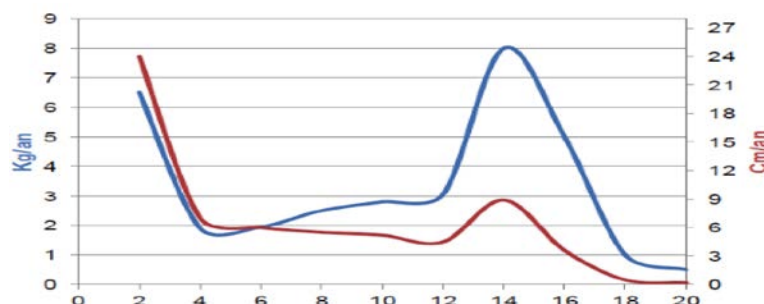
4-La maturation :

On entend par maturation le processus permettant d'atteindre une potentialité optimale pour un organe ou une fonction (maturité). Chaque enfant traversera les mêmes stades de maturation, mais, le temps de chaque étape différera. (Malina RM, 1991).

Les caractéristiques de l'enfant ; immaturité osseuse, immaturité nerveuse, immaturité articulaire, immaturité musculaire, immaturité sensorielle, immaturité comportementale et psycho-affective.

La maturation biologique chez l'enfant est de trois ordres : squelettique, sexuelle et morphologique, avec à chaque fois des indicateurs permettant d'identifier un stade de développement. L'indicateur le plus facile et le plus utilisé est d'ordre morphologique avec le suivi de l'évolution de la taille et du poids (la croissance). Suivre une table de croissance corporelle semble extrêmement dangereux du fait des évolutions très hétérogènes des enfants. Nous préférons l'utilisation du « pic de croissance » comme référence. Par définition le pic de croissance est la période où l'enfant va connaître la plus grande modification morphologique

avec notamment une vitesse de développement de la taille (8 à 12 cm en une année) et du poids très rapide.



L'évolution de la croissance du jeune athlète de 0 à 20 ans

D'après les travaux de Sempe et al. En 1979 ce pic apparaîtrait vers 14 ans pour les garçons et 12 ans pour les filles (Fig.1). Mais il existe une réelle différence dans le quotidien des enfants avec des maturations « précoces » ou « tardives ». Par exemple, une collecte de données de 10 ans à l'Institut National du Football (INF) à Clairefontaine (Le Gall et al. 2006) montre 12% d'enfants à maturité tardive, 63,5% à maturité normale et 24,5% à maturité précoce sur leur effectif en pré formation. Les stades psychomoteurs.

Dans l'évolution de l'enfant il est essentiel de s'intéresser aux différents stades psychomoteurs (mise en relation corps et psyché) et aux différents courants de pensées (Piaget, Wallon etc...).

Le modèle DLTA (Balyi et al, 2005) présente sept stades de développement de l'athlète à long terme :

- Stade 1 : enfant actif (0 à 6 ans)
- Stade 2 : s'amuser grâce au sport (filles de 6 à 8 ans, garçon de 6 à 9 ans)
- Stade 3 : apprendre à s'entraîner (filles de 8 à 11 ans, garçons de 9 à 12 ans)
- Stade 4 : s'entraîner à s'entraîner (filles de 11 à 15 ans, garçons de 12 à 16 ans)
- Stade 5 : s'entraîner à la compétition (filles de 15 à 21 ans, garçons de 16 à 23 ans)
- Stade 6 : s'entraîner à gagner (filles de 18 ans et plus, garçons 19 ans et plus)
- Stade 7 : vie active (tout âge)

Ces stades vont nous permettre d'adapter les objectifs de développement physique de l'enfant au moment opportun de son évolution.

Au regard du stade 2, il apparaît essentiel que, dans les petites catégories, le football et le développement des qualités physiques soit réalisé à travers des jeux scolaires et situations

ludiques. Ensuite, le stade 3 fait référence au cadre de travail que l'on se doit de donner à l'enfant : s'entraîner en s'amusant, mais dans un cadre structuré - l'approche compétitive (« s'entraîner à gagner ») n'intervenant que plus tard, en fin d'adolescence.

4-1-Blessures et niveau de maturation :

Plusieurs études se sont intéressées aux blessures du jeune footballeur (Le Gall et al. 2006 ; Johnson et al. 2009), et notamment à la relation avec son niveau de maturation. Le Gall et al. ont suivi et répertorié les blessures des jeunes joueurs. Ils ne trouvent aucune différence significative sur la fréquence des blessures et le niveau de maturation de l'enfant. Éléments contradictoires avec d'autres études qui montrent une prédominance de blessures pour les enfants à maturation précoce. L'étude réalisée montre également que les enfants de moins de 14 ans sont plus soumis aux blessures que les autres. Une attention toute particulière doit être posée sur la pré-formation et les catégories d'âges de 12 à 15 ans. Même si on ne trouve pas de différences significatives par rapport à la fréquence des blessures on peut constater que la blessure est différente selon le stade de maturation (Le Gall et al.) :

- Maturation tardive : prédominance des blessures au genou, de manière générale ostéochondroses et blessures avec longue indisponibilité, pic de blessures au mois de septembre
 - Maturation normale : tendinopathies, ostéochondroses, prédominance des blessures au genou, pic de blessures au mois de septembre
 - Maturation précoce : tendinopathies, entorses, rechutes, pic de blessures au mois de janvier
- D'une manière générale on connaît la typologie des blessures attendues en fonction de l'âge ; le calendrier des ostéochondroses selon l'âge (Abrahams, 2013):
- 9-12ans : le pied (maladie de Sever etc...)
 - 12-16 ans : le genou (Osgood-schlatter etc...)
 - 15-18ans : le bassin

Il est à noter que, chez l'enfant soumis à un entraînement intensif, le cartilage et le psychisme sont les éléments les plus fragiles.

Dans une autre étude épidémiologique (Fridman et al. 2013) sur trois années de suivi et de recensement de blessures, les auteurs montrent que la proportion de blessures chez les jeunes footballeurs est accrue pour la période de 10 à 14 ans (5-9 ans : 16,3% / 10-14ans : 58,2% / 15-19ans : 25,5%), ce qui confirme que la période de puberté est la plus délicate à gérer. Enfin, Ivarsson et al. (2013) mettent en évidence la relation qu'il existe entre « tracas » du quotidien, facteurs de stress, et risque de blessures pour de jeunes footballeurs suédois. Plus

les journées des enfants sont porteuses de stress et tracas, plus ils risquent de se blesser. Et moins les jeunes ont d'éléments de satisfaction, de bonheur quotidiens, plus ils se blessent également. Ces deux résultats nous confirment l'importance du suivi du bien-être de l'enfant et des situations anxiogènes (école, maison, relations sociales etc...).

« **La période (U17-U18)** » : symbolisée par une chute de la vitesse de croissance et le début du stade « s'entraîner à la compétition ». L'accent devra être mis sur la vitesse, l'explosivité et la puissance (tous les paramètres décisifs de la performance). La planification devra laisser une part importante à la préparation physique dissociée pour optimiser les progrès. La pliométrie verticale devra avoir une place centrale dans la préparation physique.

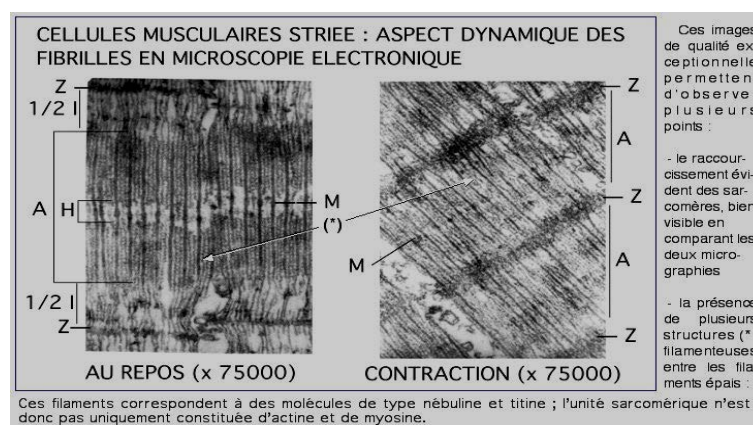
- Développer la vitesse par des situations plus exigeantes et dissociées
- Utiliser les mouvements généraux de musculation (poids de corps, Médecine Ball, charges légères)
- Utilisation du travail intermittent
- Planification d'exercices de pliométrie.

5-Les effets de l'entraînement régulier sur le système musculaire :

Avant les années 90 beaucoup de spécialités pensaient qu'un entraînement de musculation pratiqué avant l'adolescence était totalement inefficace et donc inutile. Cette idée était basé la présomption que des gains en force et en puissance n'étaient réellement possibles qu'après la puberté, lorsque le taux de testostérone circulant atteint un niveau suffisant. Des études scientifiques de la force (Ramsy et al 1990 : Ozmun et al 1994) chez les préadolescents soumis a un programme d'entraînement de la force. (BENSAHEL, 2006).

Pendant la croissance, les performances du système neuromusculaire subissent de grandes modifications .Ainsi la force maximale, la puissance ainsi que la vitesse gestuelle s'améliorent au fil des ans. Ces adaptations sont notamment liées à la maturation progressive du système nerveux qui assure ainsi une commande et une régulation de la contraction musculaire plus efficace. Au niveau musculaire, une augmentation importante de la masse musculaire , associé à un accroissement de la production hormonale (testostérone, hormone de croissance ,IGF-1) , permet de rendre compte de ces améliorations .Si la croissance , par contre des mécanismes intracellulaires ainsi que d'autres liés à la transmission de la force par les structures élastiques contribuent à l'accroissement de la cinétique contractile . Bien moins bien étudié, l'évolution de la fatigabilité neuromusculaire pendant la croissance semble dépendre du type clairement malgré la maturation évidente de la filière anaérobie lactique.

Durant l'enfance et l'adolescence, la croissance osseuse longitudinale couplée au modelage osseux entraîne une modification importante de la taille - et donc de la résistance - des pièces osseuses. La vitesse à laquelle ces modifications morphologiques interviennent varie selon l'âge des sujets et selon les sites osseux. L'augmentation de la masse minérale du squelette est davantage le résultat de ces modifications morphologiques que d'une augmentation de la densité minérale osseuse volumique. Le modelage osseux est majoritairement influencé par les stimuli mécaniques, ce qui explique pourquoi l'activité physique exerce des effets positifs sur la minéralisation osseuse pendant la croissance. Ces effets s'exercent principalement via les contractions musculaires, mais aussi la gravité et les impacts (lors d'un saut ou bien d'une frappe de balle). La réponse du tissu osseux aux contraintes mécaniques est modulée par des facteurs non mécaniques, tels que le profil hormonal ou les apports nutritionnels.



Les effets de l'entraînement régulier sur le système musculaire

La sensibilité du squelette aux stimuli mécaniques est plus élevée pendant la croissance, en particulier durant la prépuberté et en début de puberté. Cependant, la spécialisation précoce du jeune sportif doit faire l'objet d'une attention particulière, notamment dans les sports qui combinent un volume d'entraînement élevé (> 20 h par semaine) et une restriction énergétique excessive. Une pratique sportive multi-activités doit être encouragée dès l'enfance, et poursuivie tout au long de la vie afin de maximaliser le pic de masse osseuse puis de maintenir ce capital osseux pour prévenir l'apparition de l'ostéoporose.

Chez l'enfant, la réponse ventilatoire d'exercice et les adaptations de la fonction respiratoire à l'entraînement présentent de nombreuses spécificités comparativement à l'adulte. Nous pouvons retenir que :

Le régime ventilatoire à l'exercice est modifié avec la croissance et passe d'une ventilation rapide et superficielle à une ventilation plus lente et plus profonde.

- Pour un même niveau de demande métabolique les enfants atteignent des niveaux de ventilation plus élevés que les adultes reflétant ainsi une moindre efficacité ventilatoire.
- Cette hyperventilation est associée à une commande centrale ventilatoire plus importante les enfants à une sensibilité au CO₂, des enfants supérieure à celle des adultes.
- L'entraînement aérobie peut influencer le régime ventilatoire de l'enfant. Cela se traduit par une diminution de V_e et FR à l'exercice sous maximal et par une augmentation de v_{max} et VC max parallèlement à l'augmentation de VO₂ max.
- L'activité physique semble avoir un effet positif sur la fonction pulmonaire l'entraînement en natation ou en course à pieds peut augmenter le volume pulmonaire et les débits bronchiques.

5-1-Suivi de l'entraînement :

Pour répondre aux problématiques posées par le jeune et son développement, il est indispensable de mettre en place un suivi des charges d'entraînements. La première idée est de définir un « temps » d'entraînement en adéquation avec la catégorie d'âge entraînée. Pas de séances trop longues pour les petits (concentration). Veillez également au temps effectif de pratique du joueur sur l'exercice. Ensuite, à l'approche de la puberté, un suivi plus précis doit être mis en place afin de ne pas proposer des charges d'entraînement trop importantes sur des jeunes en état de fatigue (physique et/ou mentale). Bien que moins efficace chez des jeunes (Gros Lambert et al. trouve une moins bonne corrélation entre RPE/FC chez l'adolescent que chez l'adulte), la méthode RPE (Rating of Perception Exercise, nombre donné par l'athlète pour exprimer sa perception de l'effort après l'exercice ou la séance) pourrait être un moyen de suivi utile à l'entraîneur pour évaluer simplement la charge d'entraînement « ressentie ».

Les questionnaires d'état de forme réalisés toutes les semaines peuvent également permettre de déceler un état de fatigue passager.

Ces données « cognitives » seront à mettre en relation avec les données objectives de suivi de croissance et de nombre de blessures.

6- Plasticité musculaire et préparation physique :

Tous les progrès que l'on peut envisager dans les techniques d'entraînement, aussi bien en termes d'optimisation des résultats sportifs que de meilleure tolérance des programmes appliqués (et de prévention des effets adverses liés à l'intolérance de l'entraînement), passent par une meilleure connaissance des mécanismes moléculaires de réponse du muscle aux variations de l'activité contractile. (Daniel Le Gallais, 2007).

Classiquement, l'entraînement physique est caractérisé comme étant soit de type « endurant », permettant d'améliorer les performances d'exercices de longue durée, soit de type de « développement de force », améliorant les capacités de l'individu à réaliser des exercices de force, soit enfin permettant de développer les qualités de vitesse par l'amélioration des capacités du muscle est de s'adapter aux variations de sa charge de travail ; le muscle s'adapte donc à l'entraînement, mais de manière différente suivant que ce dernier est de type endurant, basé sur le développement de force ou de vitesse. L'entraînement en endurance induit des réponses de nombreux systèmes, dont l'appareil cardio-vasculaire, mais aussi des muscles locomoteurs.

L'entraînement en force, lui est traduit principalement par une augmentation de la masse musculaire, alors que l'amélioration de la vitesse de contraction du muscle repose sur une modification des qualités propres du muscle.

6-1-Les adaptations physiologiques :

Tous les types d'entraînement physique se traduisent par des réponses adaptatives des muscles squelettiques sollicités. Ces adaptations, qui peuvent être vues sur le plan physiologique ou biomécanique, reposent sur des modifications cellulaires qui font du muscle un tissu éminemment plastique et malléable. Ce sont les propriétés contractiles et les propriétés élastiques du muscle qui évoluent avec l'entraînement (Goubel et Lensel-Corbeil, 2003). L'entraînement se traduit par une amélioration des performances musculaires, en particulier en termes de force développée ; on observe une modification de la relation force-longueur, et les gains de force enregistrés le sont préférentiellement pour des angles articulaires correspondant à ceux appliqués pendant l'entraînement. La relation force-vitesse

est elle aussi affectée par l'entraînement, avec le même type de spécificité dans les gains de performances par l'entraînement ; en effet, les entraînements à faible vitesse de contraction induisent une amélioration des couple développés à faible vitesse angulaire, et inversement l'entraînement affecte aussi le contrôle neuronal ; il est classique d'observer, dans les premiers temps de la mise en œuvre d'un entraînement, une dissociation entre l'amélioration des performances et l'évolution de la masse musculaire, qui reste toujours plus modeste, Il est donc très probable que les effets de l'entraînement sur les performances passent aussi, au moins au début, par une meilleure synchronisation des unités motrices recrutées. Le recrutement des muscles agonistes-antagonistes est aussi finalisé par l'entraînement, ce qui se traduit par une amélioration du rendement énergétique (diminution) de l'activité sportive (rapport entre l'énergie utilisée pour le travail musculaire et la dépense totale en énergie). Cette observation est particulièrement nette pour des exercices complexes comme la natation, marche en terrain accidenté, l'escalade, etc.

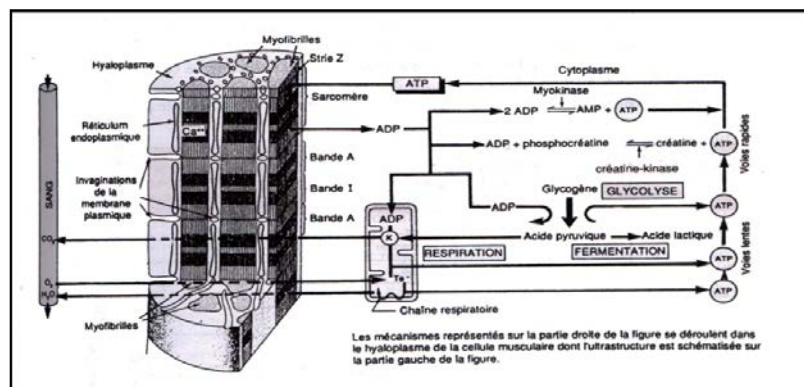


Schéma d'un myocyte et des réactions du métabolisme énergétique à l'intérieur de celui – ci

Sur le plan cellulaire, chacune des réponses adaptatives spécifiques va impliquer la sollicitation de voies de signalisation intracellulaire précises. Les années à venir nous éclaireront sur les compétitions et les coopérations moléculaires de ces différentes voies de signalisation, qui admettent parfois des acteurs intermédiaires communs. Des avancées très importantes ont été réalisées ces dernières années dans la compréhension des mécanismes moléculaires à l'origine des réponses du muscle à l'entraînement. Ces connaissances ont des conséquences fondamentales, pratiques, en particulier pour finaliser et optimiser les programmes d'entraînement, mais aussi pour mieux comprendre l'intérêt que comporte l'exercice physique dans la prévention et le traitement de maladies chroniques. (Daniel Le gallais, 2007).

L'objectif de ce chapitre est de présenter, de manière synthétique, les avancées les plus récentes dans le domaine de la connaissance des mécanismes moléculaires qui sous-tendent les réponses adaptatives du muscle squelettique à l'entraînement, en endurance ou en force. Nous ne rapporterons pas ici les caractéristiques fonctionnelles et biomécaniques du muscle squelettique entraîné.

6-2-Structure du muscle squelettique et de la fibre musculaire :

L'ensemble des muscles squelettiques représente chez l'homme une masse importante, équivalente approximativement à 40% de son poids corporel. Les muscles du squelette sont responsables des mouvements des os autour os articulations. A chacune de leurs deux extrémités, ils mobilisent les os auxquels ils sont liés autour de jointures articulaires. Le muscle est constitué d'éléments cellulaires unitaires, les fibres (figure 8.1 A) Ce sont des cellules allongées, parallèles et cylindriques, multi-nucléées (figure 8.1 B), qui chez l'homme atteignent plusieurs dizaines de centimètres de longueur. Elles forment es faisceaux, qui constituent eux-mêmes des faisceaux de faisceaux, séparés les uns des autres par des enveloppes de tissu conjonctif qui assurent un renfort mécanique.

Les fibres musculaires se contractent grâce aux protéines qu'elles contiennent, groupées en structures nommées myofibrilles. Celles-ci s'ordonnent par paquets de vingt à cinquante, formant des alternances régulières de bandes sombres et claires, qui donnent au muscle son aspect strié. (Daniel Le gallais, 2007).

Chaque myofibrille est un enchevêtrement de deux types de filaments qui jouent un rôle essentiel dans la contraction (figure 8.1 C). Les filaments épais, formés de molécules de myosine, et les filaments fins, constitués de protéines telles que l'actine, la troponine et la tropomyosine. Les filaments épais assurent la contraction grâce à l'accrochage des têtes de myosine sur le filament fin.

Chaque tête se fixe sur site spécifique de la molécule d'actine, puis le libère (après hydrolyse d'une molécule d'adénosine triphosphate [ATP]) pour se fixer sur le suivant, faisant ainsi glisser l'actine entre les filaments de myosine ; c'est ainsi que les myofibrilles se raccourcissent à la façon d'une longue-vue. Les molécules de myosine sont elles-mêmes constituées de structures protéiques complexes, les chaînes lourdes (MHC pour myosin heavy chain) et les chaînes légères (MLC pour myosin light chain). Dans l'organisme, ces protéines existent sous différentes formes (nommées isoformes), qui remplissent la même fonction,

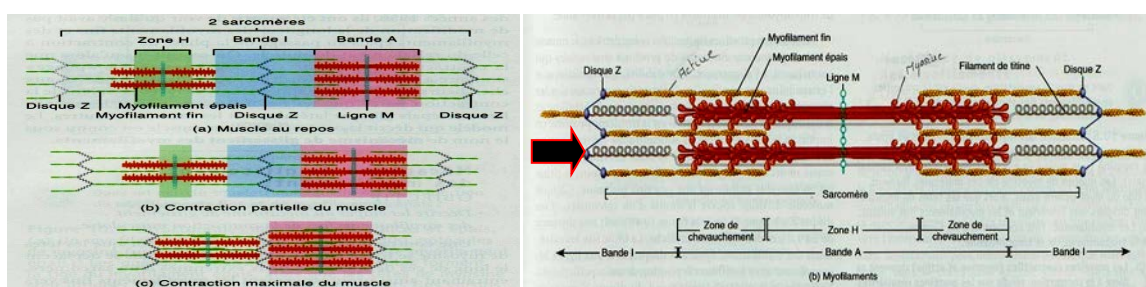
mais dont les propriétés de contraction ou de régulation diffèrent : la présence d'isoformes rapides des MHC et MLC va assurer au muscle un mode de contraction rapide, caractérisé par un court délai d'atteinte du pic de contraction et par une relaxation rapide. A l'inverse, la présence d'isoformes lentes de ces protéines va assurer une vitesse de contraction et une relaxation lentes. C'est la prédominance d'isoformes spécifiques de la myosine qui permet de classer les fibres en différents types, et de rendre compte du caractère hétérogène du muscle squelettique.

Tous ces éléments protéiques baignent dans un milieu intracellulaire, le sarcoplasme ; c'est dans ce milieu que l'on trouve l'ensemble des organelles et systèmes enzymatiques permettant la fourniture d'énergie nécessaire à la contraction. L'ATP est resynthétisée grâce à la fourniture d'énergie provenant de différentes sources :

- En l'absence d'oxygène (métabolisme anaérobie, sans ou avec production d'acide lactique, dit respectivement alactique ou lactique) ;
- Ou en présence d'oxygène (métabolisme aérobie).

L'équipement des fibres en enzymes des différents métabolismes et en mitochondries joue un rôle essentiel pour la fonction musculaire, puisqu'il détermine ses facultés de résistance à la fatigue.

Chaque fibre est innervée par un seul filet neuronal. Un même neurone moteur (se terminant par plusieurs filets neuronaux) commande plusieurs fibres musculaires qui ont toutes les mêmes propriétés physiologiques, biochimiques et contractiles. Ces fibres musculaires, activées en même temps, constituent une entité anatomique, physiologique et fonctionnelle nommée unité motrice.



Les unités motrices et contraction musculaire

Les unités motrices, et les fibres musculaires qui les composent, sont caractérisées selon deux critères principaux. Le premier est la vitesse maximale de contraction, c'est-à-dire la vitesse à laquelle les têtes de myosine se détachent de l'actine : elle dépend de la nature d'une enzyme portée par les têtes des chaînes lourdes de la myosine, la myosine-ATPase. C'est ainsi que les fibres musculaires sont lentes ou rapides, suivant qu'elles contiennent des isoformes lentes ou rapides de la myosine. Le second critère est le type de métabolisme principalement utilisé par les fibres. La densité de mitochondries (les organites intracellulaires où s'effectue la respiration des cellules), de capillaires sanguins (qui transportent l'oxygène) et la nature des enzymes qui interviennent dans le métabolisme énergétique de la fibre déterminent la nature du substrat qui sera utilisé pour assurer la resynthèse d'ATP, le potentiel oxydatif musculaire et la résistance à la fatigue. La simple consiste à utiliser des techniques de coloration histochimique

Le muscle s'adapte aux variations de son activation, et donc à une activité physique répétée (entraînement physique) ou à l'absence d'activité physique. C'est la deuxième grande particularité du muscle, qui repose sur son caractère adaptable aux variations de la demande fonctionnelle, et que l'on nomme souvent plasticité. L'état d'entraînement se caractérise, sur le plan musculaire, par une amélioration du potentiel à délivrer de la force (entraînement en force), une augmentation de la vitesse de contraction (entraînement en sprint), ou une augmentation de la résistance du muscle à la fatigue pour les exercices prolongés (entraînement en endurance). L'entraînement de type endurant va se traduire principalement par une augmentation du potentiel oxydatif musculaire et de sa capillarisation ; et parfois par une transition dans son équipement en protéines contractiles. A l'opposé, l'entraînement en force va se traduire par une nette augmentation de la masse musculaire qui résulte d'un bilan synthèses/ dégradations protéiques largement positif.

6-3-Les voies de signalisation intracellulaire impliquées :

MRF : Les MRF, qui sont au nombre de quatre (myogénine, MyoD, myf5 et MRF4), se fixent sur des séquences régulatrices de l'ADN dans la région promotrice de nombreux gènes. A l'état adulte, on retrouve une forte concentration de myogénine dans les fibres lentes de type I, et à l'inverse, une forte concentration de MyoD dans les fibres rapides de type IIb. Malgré cette répartition très spécifique de type de fibre, le rôle joué par ces facteurs dans le contrôle de l'expression de gènes à l'entraînement reste une voie de recherche intéressante pour l'avenir.

6-3-1-Signalisation calcique :

Elle constitue un autre mécanisme de contrôle de l'expression des gènes par la voie de signalisation calcineurine-NF-AT (Chin et al.1998).

Au cours de la contraction, la concentration de calcium intracellulaire subit d'importantes variations : dans un premier temps, le calcium est libéré dans le milieu intracellulaire à partir du réticulum sarcoplasmique, avant d'être recapté grâce à des pompes membranaires dépendantes de L'ATP. Ces fluctuations du calcium intracellulaire diffèrent suivant le mode d'activation neuronale : l'activité neuronale de type tonique, retrouvée au niveau des muscles lents et oxydatifs, est ainsi associée à une augmentation moins élevée mais beaucoup plus prolongée du calcium intracellulaire. L'augmentation du calcium intracellulaire active la fonction enzymatique phosphatase de la calcineurine, ce qui déphosphoryle les facteurs de transcription de la famille NF-AT. Une fois déphosphorylés, ces facteurs sont transloqués dans le noyau et ils peuvent alors se lier sur leurs sites de reconnaissance spécifique dans les zones régulatrices de leur gènes cibles (NF-AT réponse éléments] NRE]). En somme, l'augmentation même modérée, mais prolongée du calcium intracellulaire, se traduit par une activation de la phosphatase portée par la calcineurine et par la translocation de NF-AT dans le noyau. De nombreux gènes codant des protéines déterminantes du phénotype possèdent un ou des NRE dans leurs régions promotrices (Forme lente de MHC, myoglobine, créatine kinase mitochondriale). Cette voie de signalisation intracellulaire est potentiellement impliquée dans la détermination des phénotypes contractile et métaboliques du muscle à l'exercice. Si l'on inhibe pharmacologiquement la voie de la calcineurine- NF-AT, on induit une transition coordonnée de différentes isoformes protéique de leur forme lente vers les formes rapides (Bgard et al. 2000) (figure 8.8). Cependant, cette transition est loin d'être complète, malgré une inhibition de 90% de l'activité phosphatase de la calcineurine, ce qui suggère que d'autres voies de signalisation sont très probablement impliquées dans la détermination du phéno-type musculaire.

L'examen de ces coupes montre qu'on comparaison avec un muscle normal (coupes A et B), le traitement par la cyclosporine (C et C) se traduit par une diminution du nombre de fibres de type I (coupe C versus A), et par une augmentation du nombre des fibres rapides de typer Ila (coupe D versus B).

Les flèches marquent des fibres musculaires exprimant à la fois la forme lente et la forme rapide de type Ila myosine. (D'après Bigard et al. 2000).

En somme, l'entraînement physique s'accompagne bien d'un remaniement du réseau capillaire musculaire, reposant essentiellement sur des processus angiogéniques. Parmi tous les facteurs moléculaires impliqués, le VEGF semble bien jouer un rôle prépondérant dans les réponses du réseau capillaire. Ce qui reste moins bien connu, ce sont les stimuli à l'origine des modulations de production des différents facteurs de croissance locaux. Deux grandes hypothèses explicatives sont avancées, l'une dépendant du stress métabolique, l'autre du stress hémodynamique. Ces hypothèses sont largement sous-tendues par de nombreuses expérimentations réalisées tant in vivo chez l'homme et l'animal, qu'in vitro. Cependant, l'importance respective du stress métabolique et du stress hémodynamique reste l'objet de larges débats, le muscle squelettique subissant de manière simultanée les différentes contraintes métaboliques, hémodynamiques et biomécaniques.

La signalisation calcineurine-NF-AT : D'autres études ont permis de suggérer que le calcium intracellulaire aussi un rôle déterminant dans le développement de l'hypertrophie du tissu musculaire. L'hypothèse a alors été émise que la voie de signalisation calcineurine-NF-AT était ici aussi fortement impliquée dans le processus hypertrophique.

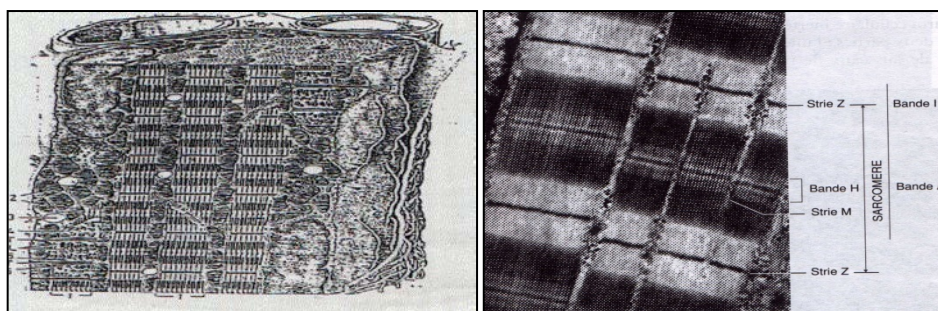
Autres kinases :D'autres kinases ont été impliquées dans l'hypertrophie cellulaire et peuvent potentiellement intervenir à l'entraînement en force. Parmi ces kinases, il semblerait que la kinase ribosomale S6 de 70kDA ($p70^{S6k}$) puisse jouer un rôle important dans la signalisation intracellulaire qui explique l'hypertrophie musculaire d'exercice. Il a en effet été montré que l'activation de $p70^{S6k}$ était augmentée de près d'une facture 4 à l'issue d'un modèle d'exercice de force (Nader et Eser, 2001).

L'exposé rapide de ces données récentes montre que des progrès importants ont été réalisés ces dernières années, qui permettent d'envisager les mécanismes moléculaires de transduction des signaux mécaniques induits par les exercices de force. Les travaux futurs devront s'attacher à définir l'articulation de toutes ces voies de transcription entre elles ainsi que leurs gènes ciblent.

6-3-2-Réponses de l'appareil contractile :

Dans le milieu des années 1970, la mise au point des premières techniques de typage des fibres a permis d'observer que les muscle des athlètes pratiquant des sports d'endurance

étaient caractérisée par un fort pourcentage de fibres lentes de type I, alors que les muscles des athlètes des sports de vitesse ou de force étaient riches en fibres rapides de type II (Costill et al., 1976). Démontrer que l'entraînement était principalement à l'origine de cette différenciation musculaire a été l'objectif de très nombreuses études expérimentales qui ont suivi ; l'analyse attentive de la littérature scientifique ne permet pas de montrer, de manière claire, que l'entraînement en endurance se traduit bien par une diminution de l'expression des formes les plus rapides de la myosine (MHC-IIb et/ou MHC-IIx) au profit de la forme lente (MHC-I) ou de la forme rapide associée à un métabolisme énergétique oxydatif (MHC-IIa). Ce qui est le plus communément observé, aussi bien chez l'homme que sur modèle animal, à l'issue de programme d'entraînement limités dans le temps, c'est une transition entre les formes rapides de MHC (de MHC-IIb et/ou MHC-IIx vers MHC-IIa) (Booth et Thomason, 1991).



Les myocytes ou fibres musculaires et les mécanismes cellulaires et moléculaires de leur contraction.

Cette démarche très descriptive a duré de nombreuses années, et ce n'est que très récemment qu'une étape plus « mécanistique » a été engagée, afin de déterminer les liens moléculaires existant entre l'activité des neurones moteurs et l'expression de gènes codant pour des protéines spécifiques. Cette question n'est pas résolue à ce jour, même si ces dernières années de gros progrès ont été réalisés pour la compréhension des mécanismes de contrôle de l'expression des gènes codant pour les différentes isoformes de MHC.

Les intégrines : La voie des intégrines est une voie de signalisation intracellulaire qui participe à la transduction du signal mécanique. Les intégrines représentent une large famille de glycoprotéines. Ce sont des hétérodimères transmembranaires composés de deux chaînes α et β . Elles sont le support des liaisons intercellulaires et/ou des liaisons des cellules à la matrice extracellulaire de la membrane basale ; elles représentent à ce titre le support moléculaire des interactions cellulaires. Etant enchâssées dans les membranes cellulaires, ces

protéines représentent un candidat moléculaire idéal à la transmission à la cellule des signaux mécaniques extracellulaires (Carson et Wei 2000). La transduction du signal mécanique repose sur la formation de complexes protéiques qui vont activer des protéines enzymatiques de type FAK (focal adhésion kinase) et permettre le recrutement de cellules satellites dont le rôle dans le développement de la masse musculaire est bien connu.

7-Equipement du muscle en types de fibres :

Comparativement aux effets de l'entraînement en endurance, les conséquences de l'entraînement en force sur l'équipement du muscle en termes de types de fibres n'ont été que très peu étudiées ces dernières années.

L'augmentation de la masse musculaire repose principalement sur une augmentation de la taille de chaque fibre. Les variations du nombre d'éléments cellulaires à l'entraînement en force restent largement débattues, et aucune preuve expérimentale formelle ne peut être apportée de l'implication chez l'homme de ce mécanisme pour expliquer l'augmentation de masse musculaire. Il semble cependant que l'augmentation de la taille des fibres soit assez spécifique de leur type, et que ce soit principalement les fibres de type rapide qui s'hypertrophient (Staron et al. 1989) (figure 8.11).

Les variations de composition du muscle en types de fibres sont assez discrètes. Il existe un consensus pour conclure que l'entraînement en force est associé à une diminution du pourcentage des fibres les plus rapides (de type IIB chez l'Homme, contenant l'isoforme IIX des chaînes lourdes de la myosine). Cette diminution du pourcentage de fibres de type IIB se fait au profit des fibres rapides associées à un métabolisme mixte, oxydatif et glycolytique, de type IIA. (Jürimäe et al., 1996). On ne sait cependant que très peu de choses sur les mécanismes moléculaires qui pourraient expliquer cette transition des formes les plus rapides de la myosine vers la forme associée au métabolisme oxydatif au cours de l'entraînement en force.

7-1-Réseau capillaire musculaire :

Bien que cela reste controversé, l'entraînement en force semble aussi se traduire par une augmentation de la capillarisation musculaire (Green et al. 1998). Les réponses à ce type d'exercice mettent en exergue les relations complexes qui existent entre le réseau capillaire et la taille des fibres musculaires adjacentes. Comme nous venons de l'évoquer, l'entraînement en force est à l'origine d'un développement de la masse musculaire qui résulte essentiellement

d'une augmentation de la taille de chaque élément cellulaire. Dans cette situation, il est probable que de petits foyers d'hypoxie se développent au sein des fibres musculaires. L'augmentation du rapport du nombre de capillaires au nombre de fibres (C/F), ou du nombre de capillaires au contact de chaque fibre (CC) représente alors une réponse adaptative à l'hypoxie cellulaire (Green et al. 1998). Le développement du réseau capillaire dans le muscle entraîné en force résulte donc d'une compensation simple de l'hypertrophie cellulaire, destinée à maintenir un apport correct en oxygène et en substrats.

7-2-Le rendement musculaire :

Les muscles squelettiques assurent des actions motrices très diverses. Avant d'évoquer leur fonctionnement, il est important de connaître quelques notions de bioénergétique. Cela est nécessaire pour comprendre d'où provient l'énergie de la contraction musculaire.

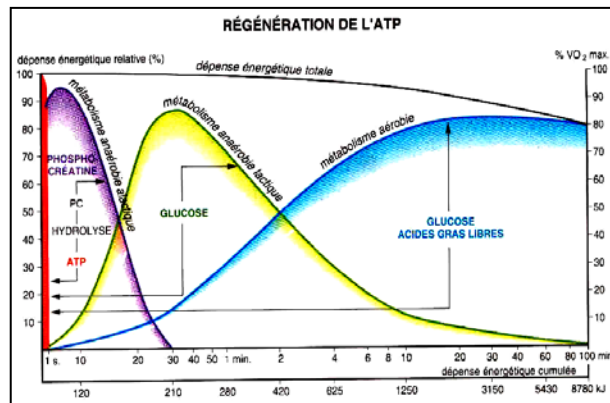
7-3-Réactions chimiques :

En observant fonctionner une machine, on se rend compte aisément que la chaleur et le travail constituent deux types d'énergie. Le corps humain présente une certaine ressemblance avec une machine : lorsqu'il se met en mouvement, il fournit un travail musculaire et dégage de la chaleur. Cette activité ne peut se réaliser que grâce à l'apport d'une énergie qu'il va convertir en chaleur. Le corps humain produit lui-même cette énergie nécessaire à la vie cellulaire, via la dégradation des substances organiques issues de l'alimentation (glucides, lipides et protéines). Chaque cellule de l'organisme utilise de l'énergie pour des transports de substances, des mouvements et des synthèses, en particulier la synthèse des protéines.

8-Transfert d'énergie lors de réactions :

Les organismes vivants sont caractérisés par leur capacité à extraire de l'énergie de l'environnement et à l'utiliser pour satisfaire les processus vitaux (ex : le cerveau). À un niveau microscopique, le fonctionnement d'une cellule dépend de son aptitude à extraire et à utiliser l'énergie chimique potentielle empoisonnée dans les molécules organiques. L'étude du transfert d'énergie au sein de systèmes biologiques vivants correspond à une discipline appelée la **bioénergétique**. Dans un système biologique, les réactions chimiques sont des moyens de transfert d'énergie d'une partie du système à une autre. Ce qui suit explique ce qu'est une réaction chimique, discute les différents types de réactions et présente les

mécanismes généraux pour le transfert d'énergie lors de réactions chimiques simples. (PERREY, 2007)



La régénération de l'ATP

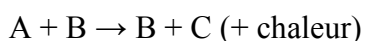
Les réactions chimiques qui impliquent un transfert d'énergie peuvent être divisées en deux catégories :

-Les réactions qui assurent une libération d'énergie sous une forme quelconque (le plus souvent sous forme de chaleur). ces réactions peuvent se déclencher spontanément et sont qualifiées de réactions exothermiques (ou exergoniques)

-les réactions qui ne peuvent débuter que dans la mesure où de l'énergie est apportée au système sous une forme quelconque. Ces réactions sont qualifiées de réactions endothermiques (ou endergoniques).

D'une façon générale, la rupture d'une liaison entre deux atomes est exothermique, tandis que la formation de liaisons (synthèse) est endothermique. L'énergie libérée lors d'un processus exothermique $A \rightarrow B$ peut être utilisée pour assurer la réalisation d'un processus endothermique $B \rightarrow C$.

La transformation d'énergie s'accompagne toujours de pertes sous forme de chaleur. Une réaction exothermique peut fournir l'énergie nécessaire au déroulement d'une réaction endothermique grâce à un système de couplage, mais toute l'énergie libérée par la réaction exothermique, ne peut pas être récupérée sous forme d'énergie potentielle. Il y a toujours une perte ! A l'occasion des processus $A \rightarrow B$ (exothermique), et $B \rightarrow C$ (endothermique), le type de couplage suivant peut parfaitement fonctionner :



Le dispositif de couplage entre deux processus ou deux réactions peut aussi être constitué par un intermédiaire (I) commun à d'autres réactions : $A + B \rightarrow I \rightarrow B + C$ (+ chaleur)

Une réaction biologique exothermique importante est l'association de l'ATP et de l'eau pour former de l'adénosine diphosphate (ADP), un phosphate inorganique (Pi) et un proton (H+). L'énergie est libérée pendant cette réaction lors de la rupture du lien du phosphate riche en énergie (~ P) de la molécule d'ATP : $ATP + H_2O \rightarrow ADP + Pi + H^+ + \text{énergie}$ (29,3 kJ.Mol⁻¹)

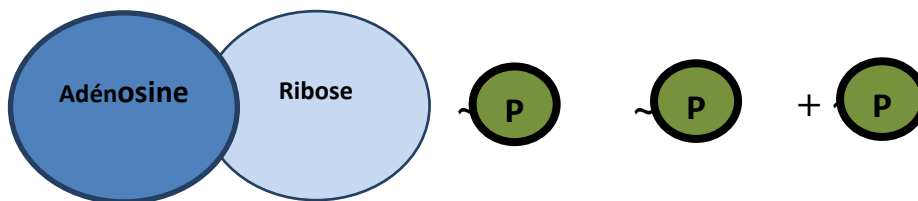
Une quantité d'énergie libérée lors de cette réaction peut être utilisée par d'autres molécules pour produire un travail (musculaire) et une autre quantité d'énergie est perdue sous forme de chaleur.

Inversement la synthèse d'ATP à partir d'ADP et de Pi nécessite un rapport énergétique de 29.3 kJ .mol⁻¹ : $ADP + Pi + H^+ + \text{énergie} \rightarrow ATP + H_2O$

Cette réaction chimique est dite réversible car elle peut être réalisée dans les deux directions.

8-1-L'Energie :

L'énergie produite dans un organite spécialisé comme la mitochondrie doit être transportée à travers le liquide intracellulaire pour parvenir là où l'énergie est nécessaire ; par exemple, pour une cellule musculaire, il peut s'agir du site de la contraction musculaire. Comment le transport d'énergie est-il possible au sein de la cellule ? C'est une molécule spécialisée l'adénosine triphosphate qui assure cette fonction. Son rôle essentiel dans la contraction musculaire est de fournir de l'énergie. Le mécanisme de transport met en jeu un groupement appelé phosphate (P). Le groupement se compose d'atomes qui ont entre eux une affinité particulière (liaison riche en énergie ~), si bien qu'ils restent groupés dans une molécule¹ ou la quittent groupés. L'ATP s'obtient par addition d'un groupement phosphate à l'ADP (adénosine di phosphate) qui en comprend deux.

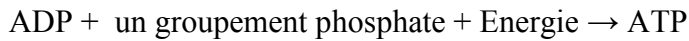


L'Adénosine Triphosphate

L'ATP est un ester triphosphate. On trouve dans cette molécule trois liaisons phosphates différentes. La première liaison a une énergie de $-12,5 \text{ kJ.mol}^{-1}$ alors que les deuxièmes et troisièmes liaisons ont une énergie de 29 kJ.mol^{-1} . (PERREY, 2007).

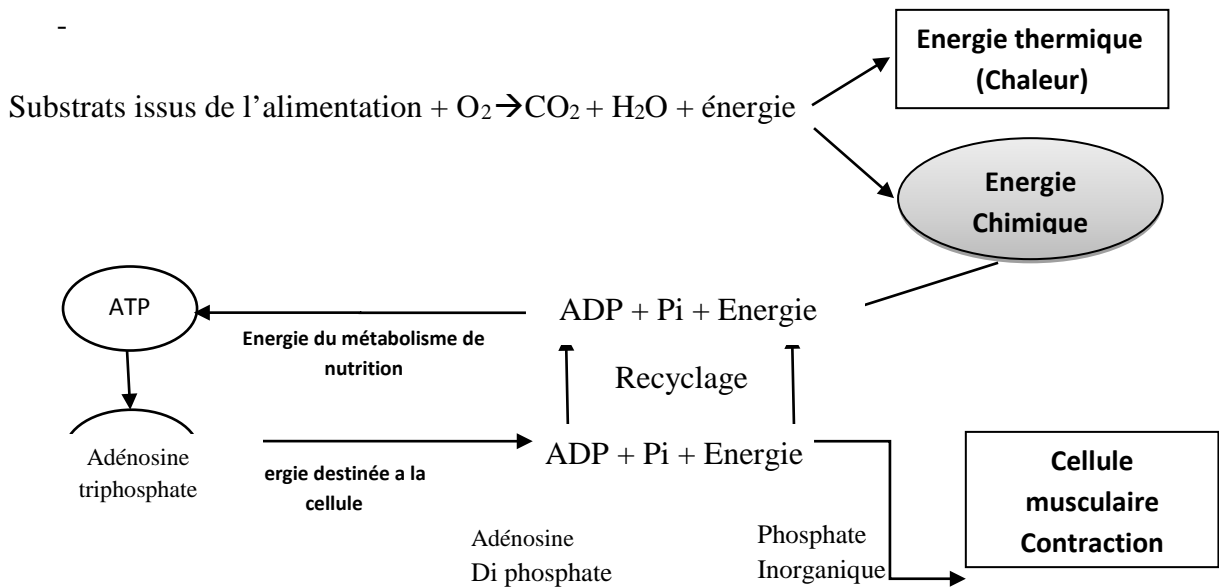
ATP = nucléotide triphosphate = 1 base azotée (ici adénine) + sucre (ici ribose) + 3phosphate (PO_4^{2-})

Ce Phénomène appelé phosphorylation de l'ADP ne se réalise pas spontanément mais requiert de l'énergie. Sa resynthèse de l'ATP peut donc s'écrire :



Cette combinaison se fait au niveau des sites de production de l'énergie (le plus souvent dans les mitochondries, voir page 87). Par la suite, l'ATP se déplace vers le lieu d'utilisation (par exemple, les têtes de myosine, voir page 34) et restitue l'énergie en perdant le groupement phosphate (déphosphorylation). L'énergie produite par le métabolisme cellulaire se divise en deux parties :

- De la chaleur qui, diffusant à travers le corps, n'est pas utilisable directement dans le mouvement, mais qui malgré tout sert à maintenir la température corporelle ;
- Une production de molécules d'ATP régénérées à partir de l'ADP pour couvrir les besoins d'énergie qui se manifestent dans toutes les cellules et spécialement celles du tissu musculaire (contraction et relaxation musculaire). Ce processus d'ensemble est résumé à la figure.



Les besoins en ATP lors de l'exercice

Ce système fonctionne un peu comme une toute petite batterie qui contiendrait une quantité d'énergie limitée : son fonctionnement permanent nécessite des recharges régulières. Les mêmes nécessités se manifestent pour l'ATP qui n'est pas une réserve importante d'énergie (de quoi tenir 2 à 3 secondes lors d'un geste explosif). Les recharges évoquées ici sont les filières de resynthèse de l'ATP

8-1-1-Transformation d'énergie

Souvenons-nous que la définition globale de l'énergie est la capacité à réaliser un travail. Le travail implique toujours un mouvement, et par conséquent implique de l'énergie cinétique (de kineticos, mouvement). De l'énergie potentielle (l'énergie stockée dans les substrats) peut être utilisée pour réaliser un travail mais elle devra être convertie en énergie cinétique.

Or, la conversion n'est jamais à 100 % efficace². Beaucoup de processus physiologique dans le corps humain ne sont pas très efficaces. Ainsi 75 % de l'énergie utilisée lors d'une activité physique est perdue sous forme de chaleur plutôt que d'être transformée en travail pour assurer la contraction musculaire. Ce qui signifie que le rendement de la contraction musculaire est de 25 %. Voyons comment on obtient cette valeur moyenne.

Un des témoins utilisés en physiologie de l'exercice pour caractériser l'efficacité du travail musculaire est le rendement du mouvement fait référence à l'énergie produite pour réaliser un travail mécanique lors du mouvement que l'on compare à énergie métabolique utilisée pour réaliser ce mouvement. Le rendement musculaire (η_{musc}) peut donc se définir comme suit :

$$\eta_{\text{musc}}(\%) = \frac{\text{Travail mécanique (J)}}{\text{Energie consommée}^{-1} \text{ (J)}}$$

Où l'énergie consommée correspond à l'énergie chimique potentielle des substrats.

8-1-2-L'énergie et le travail

L'énergie peut être définie comme la capacité d'un système à réaliser un travail. Par exemple, l'énergie nécessaire à la contraction des muscles striés squelettiques produit un travail musculaire. Ce travail musculaire n'est pas le seul existant puisque le travail peut aussi être chimique ou dévolu au transport des ions et des molécules dans les cellules :

- **Le travail chimique** permet aux cellules et à l'organisme de grandir, de maintenir un environnement interne convenable. La synthèse des protéines pour réparer les blessures est un exemple du travail chimique.
- **Le travail de transport** permet aux cellules de déplacer les ions, les molécules et des particules plus importantes à travers membranes cellulaires et à travers les membranes d'organites au sein de la cellule. Le travail de transport est particulièrement utile pour créer des gradients de concentrations, dans lesquels la concentration d'une molécule est élevée d'un côté de la membrane par rapport à l'autre côté³
- **Le travail mécanique** chez les membranes est utilisé pour la production de mouvement. Au niveau cellulaire, ce mouvement fait par exemple référence aux organites qui se déplacent dans la cellule. Chez l'homme et l'animal, le mouvement implique habituellement la contraction musculaire. L'essentiel du travail mécanique, que ce soit pour la cellule ou pour l'homme, est induit par le mouvement de fibres intracellulaires et de filaments du cytosquelette.

8-1-3-La thermodynamique

La thermodynamique est l'étude de la conversion d'énergie en travail. Deux règles de base gouvernent le transport d'énergie dans l'univers est constante. L'univers fait ici référence à un « système clos » ou rien ne rentre et rien ne sort. L'énergie peut être convertie d'une forme à une autre, mais la quantité totale d'énergie dans le système clos ne change jamais. Or le corps humain n'est pas un système clos !

Considéré donc comme un « système ouvert », le corps humain échange des nutriments et de l'énergie avec l'environnement. Notre corps ne peut pas créer de l'énergie, mais doit l'importer de l'extérieur via l'alimentation. En outre, il perd considérablement d'énergie sous forme de chaleur. Seule l'énergie qui reste peut être changée d'une forme à une autre et être utilisée pour réaliser un travail (musculaire).

La 2^{ème} loi de la thermodynamique, connue aussi sous le nom d'entropie, énonce qu'un processus naturel spontané se transforme d'un état d'ordre (non- aléatoire) à une condition de désordre (aléatoire). Pour un système ouvert comme le corps humain qui crée et maintient un ordre l'entrée d'énergie dans le système est donc nécessaire. Les désordres se produisent quand les synthèses ouvertes perdent de l'énergie.

L'analogie à une ville désertée illustre cette seconde loi. Lorsque les gens mettent toute leur énergie dans des activités à l'extérieur de la ville, elle se désorganise. Sans entrée constante d'énergie, une cellule est incapable de maintenir son environnement interne organisé.

Conclusion :

L'entraînement physique se traduit par une amélioration des performances, en particulier musculaires. Les caractéristiques et les propriétés du muscle entraîné sont maintenant bien connues, mais ce n'est que très récemment que le monde scientifique s'est intéressé aux mécanismes moléculaires qui permettaient d'expliquer les réponses du muscle à l'entraînement. Des progrès considérables ont déjà été réalisés et les prochaines années devraient permettre de mieux connaître les mécanismes de contrôle de l'expression des gènes qui codent des protéines importantes, en réponse à l'exercice unique ou répété. L'état actuel des connaissances dans ce domaine permet de montrer combien les mécanismes d'adaptation sont complexes, et combien le chemin est encore long avant d'avoir une idée claire des interactions moléculaires en réponse à un type d'entraînement. Dans l'avenir, ces progrès auront à l'évidence des conséquences importantes sur le développement des thérapeutiques ou des stratégies permettant d'éviter le déconditionnement musculaire et d'utiliser l'activité physique comme un vrai moyen de prévention et de traitement de maladies chroniques.

Préambule :

En football, le problème du diagnostic de la forme sportive est important et complexe. La simple inscription de quelques indices sur la technique, la force, la vitesse ou l'endurance ne constituent pas une image complète de la qualité de jeu ; le niveau de forme sportive, en effet n'est pas seulement la résultante de ces indices. En parlant de la forme sportive (ou de l'état d'entraînement), on pense habituellement à l'état de tout l'organisme, qui durant les épreuves, permettra les révélations complètes de provision des habitudes techniques et tactiques. En prenant en considération, d'une part le fait que l'augmentation du nombre de fautes techniques et tactiques, accompagnées d'une préparation physique insuffisante, est définitive, le produit de la fatigue, et d'autre part, le fait que l'endurance de force constitue l'aptitude à s'opposer à la fatigue, on peut admettre que la force-endurance occupe une place particulière dans la structure de la forme sportive du joueur du football.

Athlétiques et morphologiques	Techniques	Intelligence de Jeu-Technico-tactiques	Mentales
Taille élevée	Technique défensive	Discipline offensive	Concentration
Vitesse	Technique offensive	Discipline défensive	Rigueur
Vivacité	Jeu de tête	Culture tactique	Prise de risque offensif
Détente	Tacle	Polyvalence	Prise de risque défensif
Puissance	Passé longue	Spécialisation par poste	Courage
Force	Passé courte	Pressing	Détermination
Résistance	Contre	Marquage individuel	Confiance en soi
Endurance	Tir au but	Construction de jeu	Le sens de l'organisation
Souplesse	Jeu de volée	Positionnement	Sang-froid
Equilibre	Contrôle orienté	Jeu sur les ailes	Créativité
Agilité	Dribble	Changement de jeu	Sobriété
Adresse	Maîtrise du ballon	Anticipation	Agressivité
Acuité visuelle			

Tableau N°(1) récapitulatif des capacités fondamentales requises en football (Rohz, 1992).

1-Le football de haut niveau :

Nous savons depuis longtemps que les exigences athlétiques pour atteindre le haut niveau sont grandes. Le joueur d'aujourd'hui parcourt des distances importantes, de 9 à 15 Km selon les postes et profil de jeu (Dellal, 2008.). Ces distances sont parcourues à haute intensité, Stolen et al, relevaient entre dix et vingt sprints par match. (Thomas Reilly, 2008) (Entre 80 et 90% Fcmax, Stolen et al. 2005) avec des alternances d'allures (marche, courses et efforts intenses) réparties de manière aléatoire durant le match. On dénombre entre 1000 et 1200 actions différentes qui incorporent des changements rapides et fréquents de l'allure et de la direction des mouvements (Reilly et Thomas, 1976 ; Bangsbo et al, 1991). Enfin, les actions intenses (physiques et techniques), évaluées entre 100 et 120 par match (Cazorla, Fahri, 1998 ; Lacroix, Cometti 2001-2002) (Leroux, 2006) semblent déterminantes et sont d'une durée très courte entre 1 et 4sec. On peut donc conclure que le joueur de football de haut niveau doit avoir un potentiel aérobie élevé lui permettant de solliciter un haut pourcentage de fréquence cardiaque et d'alterner des efforts et des récupérations variées. Les qualités d'explosivité et de force sont essentielles, lui permettant d'être performant sur les nombreuses actions brèves et intenses qui seront déterminantes dans le jeu. Enfin, une coordination générale et spécifique est nécessaire pour s'adapter aux multiples changements de motricité et de déplacements, en plus de la maîtrise du jeu et du ballon.

Les principes d'entraînement et la connaissance des exigences de la performance :

Le processus d'entraînement est une construction méthodique qui s'appuie sur l'analyse précise de la performance et de la discipline concernée. Les différents secteurs d'intervention ainsi que leurs interactions devront être gérés par *l'entraîneur*; celui-ci devra donc posséder une solide connaissance théorique des différents facteurs de la performance, de la méthodologie d'entraînement et des caractéristiques de l'activité.

Mais ce bagage théorique initial ne peut pas suffire : son expérience acquise, sa capacité à se remettre en question, son désir de progression au contact même des athlètes qu'il écoute et qu'il observe, les rencontres et discussions avec d'autres entraîneurs, ses perpétuelles recherches vont permettre à l'entraîneur de ne pas être immobile et de progresser sans cesse. Il en va de même pour l'athlète : plus sa connaissance de lui-même, des méthodes d'entraînement et des exigences de la performance seront élevées, plus l'entraînement n'aura des effets performants.

2-La répartition des efforts en football :

Nombreuses sont les études qui ont analysé les types d'efforts des footballeurs sur le terrain lors d'un match et les ont repartis comme suit :

<i>Auteurs</i>	<i>Année</i>	<i>Distance des efforts de haute intensité</i>	<i>Distance des efforts de faible intensité</i>
WINTERBOTTOM	1954	1 015 m	2 347 m
WADE	1962	1 819 m	3 650 m
REILLY & THOMAS	1976	974 m sprint 1 506 m en allongement	5 337 m
WITHERS & Coll	1982	2 150 m-	-
TURPIN B	. 1989	2 500 m à 3 000 m	5 000 m à 8 000 m

Tableau N° (2) Distances des efforts de haute et de faible intensité suivant différents auteurs d'après Dufour 1990

Sur 90 mn de jeu on compte environ 60 mn de jeu effectif, sur ces 60 mn les joueurs, selon les postes, courent seulement 20 à 40 % (soit 12 à 24 mn) (fig. 1). Sur ce temps de course on compte en moyenne 3 km de marche, et 7 km de course. Ces 7 km de course se décomposent en 64 % de course lente aérobie, 24 % de course à allure moyenne anaérobie (environ 80 % de V02 max., soit 10 à 17 km/h) et 14 % de course de haute intensité (18 à 27 km/h). Toujours selon Dufour (1990), le nombre de sprints courts (10-15 m, 2 à 3 s.) a augmenté au cours de l'histoire du football pour passer de 70 en 1947 à 145 en 1970 et enfin 195 en 1989. La figure 2 représente la fréquence des différentes distances de course au cours d'un match. (Dellal, 2008.)

3-La planification de l'entraînement en football :

La planification est une anticipation des résultats à partir du constat de l'environnement social et matériel dans lequel se déroule la préparation (motivation, niveau physique de départ en début de saison, les objectifs à atteindre, les conditions matérielles). Mais l'élément central reste le calendrier officiel des compétitions. Sa préparation repose sur l'identification de l'activité sportive de performance, la planification de l'entraînement repose sur des exigences de l'activité.

La planification physique et spécifique sera soit basée sur une progressivité destinée à amener le sportif vers un état de forme optimum pour la période de compétition (sports individuels),

soit réalisée de façon à s'adapter aux moments primordiaux et à ceux moins importants d'une saison (sports collectifs), sachant que l'état de forme optimum ne pourra être maintenu les 9 mois que dure une saison.

la problématique de la programmation est constamment abordée, évoquée mais paradoxalement très peu développée, et ce pour des mobiles qui nous apparaissent pas toujours objectifs ;incitant l'entraîneur a évoquer des conditions d'entraînement insuffisantes ,un manque de moyens matériels, une non-disponibilité des joueurs a l'entraînement...,et pourtant la conscience est prégnante chez l'éducateurs de l'importance de cette construction, assimilée très souvent a la seule nécessité de lancer correctement la saison, indexée et dépendante du calendrier de la compétition. (Leroux, 2006).

La planification consiste à gérer l'interaction qui détermine la stratégie d'un projet (le footballeur, l'équipe, le club) afin d'atteindre, dans un contexte donne, les objectifs fixes.

A l'époque tout le secteur relatif à l'explosivité n'avait pas fait l'objet de l'attention qu'il méritait mais ce n'était pas encore dans l'air du temps. Sous l'impulsion **d' Egger, Cometti, Letzelter, Platonov, Weineck**, une meilleure sensibilisation des entraîneurs au développement de différentes expressions de la force et leur importance dans la réalisation de gestes techniques et la performance globale s'est affirmée. Aujourd'hui le développement de qualités athlétiques (prises isolément) est relativement maîtrisé, mais restent posés les problèmes de l'étendue et la nature de la surcharge physique d'entraînement par rapport à la charge de compétition et la conciliation du volume des charges d'entraînement de type football avec celles qui sont purement athlétiques.

la planification de la préparation de l'entraînement alors que les exigences du calendrier sportif sont permanentes et la place que l'on doit accorder à la préparation physique sous des formes non spécifiques alors que le jeu repose sur une grande variabilité motrice de démarrages et d'actions brèves et répétés.

-l'intégration de ces nouvelles qualités athlétiques dans des activités de jeu qui sont complexes (encore appelé **transfert de qualité**), des interférences possibles entre le volume d'entraînement spécifique (fait à des intensités élevées mais nettement moindres à celles envisageables sous des formes non spécifiques).

-de la mobilisation de qualités étant antinomiques lors d'un match, par exemple pour gagner des rebonds, il est préférable de sauter haut, mais il faut aussi être capable d'enchaîner plusieurs sauts consécutifs ou encore de sauter très haut une trentaine de fois par match.les gains athlétiques dans plusieurs registres athlétiques peuvent-ils s'acquérir simultanément ?

-les gains souhaités pris isolément ne demandent-ils pas de consacrer beaucoup de temps et donc aux détriments de l'entraînement spécifique, des particularités de l'entraînement athlétique chez les jeunes joueurs.

On peut différencier les cas suivants :

- Disciplines ayant des périodes de compétitions très courtes et espacées dans le temps (sports de combats par exemple).
- Disciplines ayant une saison s'étalant sur quelques mois (cyclisme, athlétisme etc.).
- Disciplines dont la période peut durer jusqu'à 9 mois avec un match toutes les semaines.

L'entraînement est dépendant de contraintes externes qui vont avoir une influence conséquente sur son résultat :

Degré de disponibilité du sportif:(sportif professionnel ou amateur, activité professionnelle ou scolaire, intégré dans une structure de haut niveau ou non etc...); le volume d'entraînement et la répétition des séances intensives seront différentes pour deux sportifs ayant pour l'un tout son temps à consacrer à l'entraînement, et pour l'autre (étudiant par exemple) un rythme de vie scolaire à suivre (disponibilité journalière, périodes d'examens etc...)

Structure environnante :Un sportif pris en charge par un centre d'entraînement structuré va disposer d'atouts non négligeables : entraîneur disponible, lieux réservés et appropriés, salle de musculation, créneaux d'entraînement modulables, accessoires et matériels nombreux et pratiques (spécifiques à la discipline, électro-stimulateur, cardiofréquence-mètre etc...), structure médicale (prévention et soins des blessures, alimentation etc...) ainsi que tout ce qui permettra d'améliorer la récupération (massage, sauna, plages réservées à la sieste etc.).

Choix et mise en place de tests et évaluations : Le but des tests et des évaluations est de mettre en évidence le niveau individuel des sportifs dans les domaines physiques et spécifiques, de comparer ces niveaux de performance à divers moments clés de la saison, et d'élaborer à partir des résultats un programme d'entraînement individuel.

4-La conduite de l'entraînement :

C'est l'élaboration des contenus d'entraînement, dans un plan détaillé et organisé dans le temps. Le but de cette programmation est de faire passer l'athlète dans une succession d'états, découverte, développement, maintien, récupération etc...Dont l'objectif final est un état optimal de forme sportive pour une période donnée.(WEINECK, 1990).

La programmation tient au fait qu'un élément de la structure d'entraînement (exercice, séance, microcycle, etc...) doit être répété plusieurs fois pour faire progresser une qualité (isolée ou dans un ensemble d'état de forme sportive); l'organisation, la modulation, la combinaison ou l'association des sollicitations amèneront le sportif dans un état optimal de forme sportive.

La programmation est l'étape où l'on agence les charges d'entraînement les unes par rapport aux autres. Le principe d'alternance permet d'éviter le surentraînement et permet d'atteindre de la haute performance avec un enchaînement des séquences fortes-faibles doit être bien adapté. Il faut alterner périodiquement les charges d'entraînement avec les phases de repos ou de récupération.

Il est préférable d'augmenter les fréquences (nombre) des unités de travail plutôt que la durée des unités (il vaut mieux s'entraîner 2 fois 1h30mn avec une pause de 3h que 1 fois 3h dans une journée).

Il faut rechercher l'élévation de la performance et de l'adaptation à la charge par le phénomène de la surcompensation.

L'ampleur de l'amélioration de la capacité de performance dépend sur le choix judicieux des exercices et de la programmation.

Les cycles pluriannuels d'entraînement (long terme), l'entraînement doit être élaboré sur plusieurs années (cycles pluriannuels) en fonction de plusieurs facteurs :

Nombre d'années moyennes pour parvenir aux résultats optimaux tranches d'âges optimales
qualité individuelle de l'athlète l'âge du commencement

Il faut savoir que la charge globale d'entraînement ne doit pas être augmentée de plus de 10-15% d'une année à l'autre pour que les processus d'adaptation soient optimaux.

Le rajeunissement du sport n'a pas d'autres fondements qu'une mauvaise compréhension des lois qui régissent la programmation à long terme d'un entraînement (pas de prédisposition réelle à obtenir plus jeunes de bons résultats).

La tâche de l'entraîneur est de chercher à obtenir le meilleur résultat d'un sportif à l'âge optimal. Les performances maximales interviennent plus tôt chez les femmes que chez les hommes. Pour atteindre des performances maximales, les bases doivent être acquises dès l'enfance et l'adolescence.

Jürgen Weineck définit un processus d'entraînement à long terme de 3 séquences (WEINECK, 1990):

1-Formation générale de base ou entraînement moteur de base :

- Développement des capacités de coordination
- Apprentissage d'habiletés motrices simples (équilibre, rythme, réactivité, orientation dans le temps et l'espace...)
- Formation polyvalente non spécifique.

Il faut respecter le principe de la progressivité des charges

2-Entraînement de perfectionnement :

- Perfectionnement des bases acquises
- Orientation vers les exigences spécifiques de la discipline
- Spécification des méthodes et des contenus
- Augmentation du volume et de l'intensité d'entraînement

3-Entraînement de haut niveau :

- Conduire à la performance individuelle maximale
- Augmentation maximale du volume et de l'intensité de l'entraînement
- Perfectionner, stabiliser la technique
- Améliorer ou maintenir la capacité maximale de performance

Les cycles annuels d'entraînement (moyen terme):Le cycle d'entraînement qui se divise en plusieurs séquences (3 selon Weineck) se subdivise en cours d'une année. Etant donné que le sportif ne peut être en pleine forme toute l'année, il est indispensable de mettre en place une périodisation cyclique qui se répète. Un cycle d'entraînement, qui peut se répéter une ou deux fois (périodisation simple ou double par exemple : athlétisme, judo) dans l'année en fonction des objectifs, se divise en trois périodes :

Période de préparation : Renforcement de la forme sportive

- a. large développement général de la condition physique
- b. développement des moyens spécifiques avec réduction du volume et augmentation de l'intensité.

Pour les sportifs de haut niveau, la phase 2 est plus importante car ils ont déjà atteint un seuil de départ exceptionnellement élevé.

Période de compétition : poursuite du développement de la forme à travers la participation à des compétitions.

Période de transition : détente, récupération.

Il existe cependant quelques règles fondamentales à ne pas oublier lorsque l'on commence le travail de planification à l'année.

Résumé des principes qui vont aider à concevoir le plan d'entraînement

- L'augmentation de la quantité d'entraînement si elle a lieu doit être progressive.
- L'augmentation se fera d'abord par une augmentation de séquences d'entraînement avant un allongement de celles-ci.
- L'augmentation de la quantité d'entraînement doit précéder dans le temps l'augmentation de l'intensité du travail.
- La quantité maximum et l'intensité maximum d'entraînement ne doit jamais être simultanées.
- La charge optimale d'entraînement est représentée par une quantité d'environ 70% du maximum, conjointe à une intensité la plus proche possible du maximum, soit $Q=70\%$ et $I=100\%$.
- Dans la zone dite de charge maximale (lorsque quantité et intensité sont toutes deux au-dessus de 70%) il est nécessaire de diminuer l'une lorsque l'on désire augmenter l'autre.

Le problème dans la musculation réside dans notre aptitude à définir précisément les modifications fonctionnelles, que nous souhaitons voir apparaître avec notre entraînement de musculation (voir à quelle vitesse), et l'adéquation avec les moyens que nous utiliserons.

5-L'entraînement en football des moins de 18 ans (U-18) :

Les années de formation précédentes sont déterminantes pour la constitution du sportif dans toutes ses dimensions :

- Développement des qualités physiques.
- Développement de la personnalité et de l'identité.
- Développement important de toutes les intelligences.

Le travail est la valeur importante de la préformation. Elle doit tenir compte des évolutions physiologiques et psychologiques (différence au sein du même groupe). La relation entre l'éducateur et ses joueurs peut devenir conflictuel, cependant cette relation doit rester formatrice. Le discours de l'entraîneur doit être cohérente, l'attitude doit être exemplaire et ne doit présenter aucune faille. Le travail athlétique est de plus en plus conséquent, progressif et en partie scientifique (importance des connaissances pour la gestion d'une préparation physique. Ces connaissances doivent être transmises aux joueurs au cours des séances d'étirements et des moments de discussion). Ce travail athlétique doit s'inscrire dans le temps et permettre à ceux qui en ont l'objectif de passer du stade de bon joueur à celui de joueur Athlète. La dimension de groupe devient de plus en plus importante et l'éducateur doit développer la dimension d'engagement par rapport au groupe :

- Au travail.
- Ses partenaires.
- Dans la vie extra sportive.

La notion de valeur et de respect des règles prenant beaucoup d'importance dans ces catégories, le non-respect devra être sanctionné avec fermeté **au même titre que le respect devra être valorisé.**

L'ensemble des acteurs de la catégorie devra être irréprochable sur les notions suivantes :

- Respect et application du travail proposé et à effectuer.
- Respect dans toutes les dimensions (perdant/gagnant – gagnant/perdant – environnement arbitres – matériel – partenaires
- adversaires – spectateurs).

Toujours dans le souci d'un travail cohérent, l'éducateur ne devra pas négliger la notion de camaraderie et voir d'amitié entre ses joueurs. La force collective de travail, de progrès, de lutte devra petit à petit apparaître dans les équipes.

Concernant le travail et la progression collective, il ne faudra pas déroger au principe de progression individuelle du joueur, il faudra travailler les qualités techniques et athlétiques sans se soucier des résultats du moment. En effet l'individualisation du travail sera bénéfique pour le joueur et pour l'équipe avec l'apparition de la notion de complémentarité.

Cette notion de complémentarité nous amenant à aborder la notion de groupe, celui-ci ayant pour objectif de réunir des individus différents partageant les mêmes valeurs, le dépassement de soi de chaque individu pour respecter son partenaire les conduisant à devenir des compétiteurs. Cette étape dans le développement du joueur devant également se baser sur les valeurs athlétique, technique, tactique et psychologique.

L'ensemble des valeurs inculquées au cours des catégories d'âge et le processus de développement cohérents des U7 jusqu'au U18 permettra un épanouissement individuel de chaque joueur ayant adhérer au projet sportif du club : la formation.

6-La force en football :

Afin de compléter l'efficacité de ces actions intenses qui permettent de faire la différence lors des matchs, il est aussi important de développer chez les joueurs la qualité de force. L'association de la force avec la vitesse va donner des joueurs puissants. Cette force va donc intervenir sur les démarrages de sprint, les sauts pour le jeu de tête (gain en détente), puissance de frappe, action de gardien de but. (COMETTI, 1993)

Pour améliorer cette qualité, le meilleur moyen est d'utiliser la musculation avec charge additionnelle et notamment avec des charges lourdes. En football on va axer le travail sur les muscles des membres inférieurs comme les quadriceps, les ischio – jambiers, les triceps suraux (mollets) sans oublier un gros travail des abdominaux et des dorsaux afin de faire le lien entre le haut et le bas du corps. Néanmoins, si aucune salle de musculation n'est à disposition, il est possible de commencer le développement de la force grâce au travail de pliométrie. Cette méthode va être constituée de bondissements : tout d'abord des bondissements horizontaux (corde à sauter, des foulées bondissantes, appuis décalés avec cerceaux...) ou réaliser de la pliométrie plus lourde avec des bondissements verticaux (travail avec les haies, bancs ou sauts...). Comme cité précédemment, il ne faudra pas oublier de réaliser des abdominaux et des dorsaux soit sous forme isométrique (gainage du grand droit et des obliques) soit en concentrique sous forme d'abdominaux « Crunch » qui permet de garder les lombaires bien à plat sur le sol (Baptiste, 2007).

Les différentes méthodes :

- méthode des efforts répétés.
- méthodes bulgares.
- méthode des efforts maximaux.
- méthode 120/80.
- méthode pliométrique.

7-La musculation en football :

De nombreuses expérimentations sont réalisées dans le but d'améliorer la connaissance scientifique sur l'entraînement, d'optimiser et d'objectiver la préparation physique. Ces différentes recherches s'appuient sur la physiologie musculaire, la neurophysiologie ainsi que la physiologie de l'exercice.

8-La planification des méthodes de musculation dans l'année :

Un entraînement en musculation provoque deux types d'effet :

a-Immédiat : qui se traduit par des courbatures, une fatigue musculaire locale et générale. Cela s'estompe en quelques jours, avec un délai différent selon le régime de contraction utilisé, et l'habitude de travail selon ce régime. Par exemple : on constate un effet immédiat spectaculaire avec le travail en excentrique.

b-Retardé : le travail de musculation entraîne le plus souvent des perturbations profondes de la structure contractile. Dans ce cas, le sportif a besoin d'une période assez longue pour bénéficier d'un effet positif de son entraînement. La planification repose donc essentiellement sur le principe des effets cumulés

La succession idéale des régimes utilisés au long de l'année serait en théorie la suivante afin que les effets positifs viennent se cumuler au moment de la compétition :

- ✓ concentrique.
- ✓ excentrique.
- ✓ isométrique.
- ✓ Pliométrique.
- ✓ stato-dynamique.

Cependant, au football comme dans tous les sports collectifs, il faut être performant chaque week-end pour le match. Cela complique donc un peu les choses...

9-La planification des sollicitations physiologiques :

La finalité physiologique et physique est réglée par le type de travail effectué au cours des différentes séquences d'entraînement, en référence aux données physiologiques et plus particulièrement au métabolisme. Dans cette optique les problèmes de quantité, d'intensité et de récupération sont des éléments fondamentaux pour la conception du plan d'entraînement. Tout travail, toute charge d'entraînement que l'on peut définir par une intensité et une quantité ou une durée va produire un certain nombre d'effets plus ou moins durables, et ce, dans différents domaines et plus particulièrement dans le domaine physiologique et biochimique. Il existe cependant deux problèmes :

1. Les délais de régénération des différentes substances puisées voir épuisées par l'effort physique sont relativement mal connus jusqu'à ce jour et certaines différences importantes peuvent intervenir selon les sujets testés.
2. La notion de surcompensation sur laquelle repose en grande partie l'élaboration des microcycles, surtout en période compétitive, reste malgré sa grande probabilité effective, une notion difficile à manœuvrer avec certitude. Pour que cette phase de surcompensation ou de super surcompensation ait lieu, il faut impérativement que le sujet épuise ses réserves, donc la charge ou les charges sollicitantes doivent être des charges proches du maximal. Plus les charges sont intenses plus le phénomène aura de chance de se reproduire. Nous parlons à l'heure actuelle de charge dépassant même le maximum et il n'est pas rare de faire travailler un sportif avec des charges correspondant à 120 ou 130% de ses possibilités !!! C'est pour cette même raison que nous avons défini la charge maximale d'entraînement comme étant la charge composée de $Q=70$ à 80% et $I=100\%$.

Conclusion :

Dans la littérature concernant le sport de complétion, de plus en plus, on voit apparaître les notions de la commande de l'entraînement et l'optimisation de l'entraînement. Dans le cas du processus d'entraînement, l'essentiel de la commande de l'entraînement consiste avant tout à vérifier son adaptation aux conditions toujours variables, en vue de réaliser des tâches fondamentales d'entraînement. Dans la planification et la gestion du processus d'entraînement, il est très utile de prévoir d'une façon logique le développement futur du processus d'entraînement et de ses effets. Les théoriciens du sport admettent que lors de l'organisation de l'instruction des joueurs des équipes de haut niveau, il faut assurer le fonctionnement de quelques éléments :

- La prévention des résultats et le modelage des caractéristiques des meilleurs sportifs et des équipes mondiales.
- L'analyse de la préparation physique, technique et tactique pendant la conduite du combat sportif.
- La définition du niveau de la préparation psychique.
- La mise au point des informations qui présentent la caractéristique des possibilités fonctionnelles générales et spécifique de l'organisme du joueur de football (avant tout, il faut définir les indices de la capacité et de l'adaptation de l'organisme aux charges d'entraînement).
- La connaissance du niveau " de savoir et de savoir-faire " en ce qui concerne l'auto perfectionnement du joueur.
- L'unité du processus d'entraînement, de compétition et de la rénovation biologique.

Préambule :

Le football, sport total et complet, met en jeu un grand nombre de masses musculaires avec la participation plus ou moins importante de la quasi-totalité des segments corporels. La préparation physique doit être généralisée en tenant compte des facteurs de performance du footballeur de haut-niveau qui sont ; la vitesse, l'endurance, la coordination, la force, technique individuelle et collective, tactique individuelle et collective, l'hygiène de vie, l'aspect cognitif, tant de facteurs rendant compliquée la planification de l'entraînement à moyen et long terme.

La majorité des mouvements dans le football consiste en des accélérations ou des décélérations de masses constantes (parties du corps, résistance extérieure). C'est pourquoi la plupart des mouvements réalisés au cours de l'activité sportive font appel à la force isoinertielle de l'anglais « inertia » inertie d'une masse. La mesure de la force inertielle devrait par conséquent jouer un rôle très important dans le diagnostic de performance et pour la conception des programmes d'entraînement.

Les méthodes impliquant des levers de charges ont traditionnellement servi de base pour la conception des programmes d'entraînement de la force dynamique. Ces méthodes ont également été utilisées pour mettre en évidence les gains de force. Bien que les poussées de charges aient été considérées par le passé comme une forme de mouvement isotonique, on sait aujourd'hui que les résistances extérieures se manifestant lors des poussées ne sont pas constantes tout au long du mouvement, en raison de phénomènes d'accélération ou de décélération et de modifications angulaires: c'est pourquoi on utilise le terme d'"isoinertielle" (nicolas DYON, 2005)

En physique la force notée "F" est le produit de la masse (m) d'un corps déplacé, par l'accélération (a) du déplacement : $F \text{ (Newton)} = m \text{ (en kg)} \cdot A \text{ (m/sec)}$

En mécanique humaine, on définit la force comme la faculté de vaincre ou de supporter une résistance extérieure grâce à des tensions musculaires, Celle-ci s'exprime suivant trois (3) régimes différents qui correspondent à trois (3) types de contractions musculaires :

- a. Régime statique ou isométrique : sans modification de la longueur du muscle.
- b. Régime dynamique concentrique : avec raccourcissement de la longueur du muscle.
- c. Régime dynamique excentrique : avec allongement de la longueur du muscle.

Le régime dynamique concentrique peut être précédé d'un étirement actif des muscles agonistes pour utiliser une facilitation neuro-musculaire proprioceptive et une restitution de l'énergie élastique emmagasinée : on parle alors de force pliométrique.

En football on parle de force musculaire qui a la faculté de développer de la tension dans une contraction musculaire. Elle peut être développée par un muscle ou par un groupe musculaire.

1-Définition générale du renforcement musculaire :

Le concept de « renforcement musculaire » est un concept large qui englobe celui de la musculation.

La musculation renvoie plus volontiers aux pratiques concrètes réalisées dans la salle : « on fait la musculation ». C'est le plan de la mise en œuvre, de la réalisation effective des actions.

Le renforcement musculaire englobe les pratiques et concerne également les processus en amont et en aval de ces pratiques. Il est défini par :

L'analyse préalable des éléments qui légitiment les :

- Élément de spécificités des sports,
- Niveau des capacités musculaires des sportifs.

L'étude des effets de la musculation sur l'organisme :

- Mécanismes d'adaptation.

Plus précisément, la musculation consiste à réaliser de façon organisée des mouvements contre résistances afin d'engager une transformation du système neuromusculaire : transformation au niveau des « moteurs musculaire », mais aussi transformation des mécanismes nerveux de commande et de contrôle du mouvement. (JACQUES, 1997)

Cependant différentes modalités de réalisation sont identifiables en fonction des catégories de pratiquant qui ont des finalités différentes.

Il ya quatre types de population qui pratiquent la musculation aujourd'hui :

-Les bodybuilders, dont la finalité est l'obtention d'un effet morphologique, voire esthétique, en privilégiant les procédés favorables à l'hypertrophie musculaire.

-Les personnes intéressées par un effet sur leur santé, sur leur santé, sur leur condition physique, au travers de pratiques très diversifiées de musculation ou prend place « l'aérobic », le « stretching », etc.

-Les personnes, en phase de réadaptation, préoccupées par le recouvrement de leurs capacités fonctionnelles usuelles, qui pratique une musculation de récupération s'inscrivant la plupart du temps dans un cadre médical.

-Les sportifs dont le but est l'accroissement. La musculation des sportifs est uniquement destinée à générer du mouvement. La musculation des sportifs est uniquement destinée à développer les capacités musculaires fonctionnelles, bases nécessaires à l'expression d'une motricité de haute performance. Car pour eux, le développement de leurs capacités de force représente directement leur niveau de performance sportive.

2-Modèle d'analyse du renforcement musculaire adapté aux pratiques sportives :

Le modèle, proposé ici montre de façon synoptique les paramètres essentiels qui définissent le cadre du renforcement musculaire. Au cœur du système, il ya la réponse musculaire génératrice de performance, et donc objet de transformation. Cette notion est large et dépasse la simple notion de force musculaire.

L'objectif général du renforcement musculaire est de transformer la réponse musculaire qualitativement (meilleur contrôle de la réalisation des gestes, amélioration des synergies, du dialogue posture-mouvement, etc.) et quantitativement (accroissement des quantités d'énergies mécaniques fournies, associées à des niveaux de puissance les plus élevés possible). Cette transformation fonctionnelle, dépendante des mécaniques physiologiques d'adaptation, est souvent à base d'une amélioration des performances qui exigent une production d'énergie optimale. (**Modèle d'analyse du renforcement musculaire adapté aux pratiques sportives**).

Ce modèle propose une logique d'élaboration des contenus de musculation (mise en œuvre) qui s'appuie sur deux points préliminaire indispensable :

-L'analyse des caractéristiques musculaires des pratiques sportives,

-L'évaluation des capacités musculaires fonctionnelles des sportifs. La confrontation entre ces deux sources d'information va permettre de définir les objectifs de la musculation. Ils apparaissent à la croisée des chemins, entre les besoins personnels de l'athlète et les exigences du sport pratiqué, tout en prenant en compte la réalité des transformations des capacités musculaires de l'athlète.

-Dés lors, le choix et la mise en œuvre des moyens s'en trouvent facilités. Les décisions à prendre concernant les règles de la programmation et le choix des exercices et des procédés sont éclairées par ces données initiales dont on ne peut se passer pour engager un travail de renforcement musculaire adapté.

2-1-Analyse des caractéristiques de l'engagement musculaire :

Dans le cadre de l'entraînement sportif, les procédés et exercices de musculation visent à améliorer la capacité du système neuromusculaire à générer du mouvement. La mise en place

d'un programme efficace se fait en plusieurs étapes. La première étape consiste à identifier les objectifs (ce que l'on veut obtenir comme transformation des capacités musculaire). Cette étape repose sur une double démarche :

-Analyser les contraintes de l'activité sportive préparée, du point de vue de l'activité musculaire engagée.

-Evaluer les capacités du système neuromusculaire : c'est-à-dire identifier les caractéristiques mécaniques de la composante contractile et de la composante élastique du muscle.

-La deuxième étape consiste à mettre en œuvre les procédés de renforcement musculaire adaptés aux objectifs poursuivis, dans le cadre de la planification de l'entraînement de la discipline.

Généralités

Le mouvement produit par la contraction musculaire implique une succession de réaction physico-chimique au cours de laquelle de l'énergie stockée sous forme chimique, au sein du muscle, est transformée en énergie mécanique, c'est-à-dire en mouvement. Le terme ultime de ces processus biochimiques s'exprime par la force musculaire. Elle s'exerce au sein d'une interaction entre le système ostéo-musculaire-tendineux et le système externe. La mesure de la force générée par le système neuromusculaire au cours de l'interaction peut se faire soit en fonction du déplacement (c'est le travail mécanique qui sera alors mesuré), soit en fonction du temps (c'est la valeur de l'impulsion qui sera alors quantifiée). Cette dernière notion semble être la mieux adaptée pour rendre compte de l'expression mécanique de l'activité musculaire. L'impulsion mesure en effet la variation de la quantité de mouvement provoquée par une force agissant sur un système mécanique externe. Du point de vue de la mécanique, l'impulsion correspond à la surface incluse sous la courbe de la relation force-temps (fig1 : zone rayée). Elle présente une phase de montée de force (1) un pic de force maximale atteint pendant le mouvement (2), et un maintien de cette force au cours de mouvement (3). L'augmentation de l'impulsion motrice sera obtenue par l'amélioration de l'un et/ ou l'autre de ces trois paramètres toutefois, l'impulsion motrice maximale (ou groupe musculaire) peut varier à une masse dépend à la fois de la vitesse de la masse sur laquelle il agit et de la fatigue.

En nous appuyant sur la modélisation proposée par EDGERTON (1976), établissant une relation entre la vitesse d'exécution d'un mouvement, la force exprimée et la durée maximale d'effort, nous avons envisagé une évaluation des capacités impulsives des muscles à différents niveaux de vitesse. Si la vitesse est faible, les forces d'interaction entre le milieu externe et les

éléments de transmission du système neuromusculaire (les leviers osseux) seront maximales ; si la vitesse est très élevée, les forces d'interaction seront faibles. Il est possible d'identifier différents points remarquables de l'expression mécanique de l'activité musculaire. Il s'agit des points de la courbe force-vitesse exprimant les niveaux de force maximale, de puissance maximale, et de force exprimée sur les plus grandes vitesses gestuelles (cette dernière mesure nous paraît être caractéristique de la qualité d'explosivité musculaire exprimée dans des conditions de contraction concentrique). Ces différents points remarquables nous ont servi de base pour déterminer les objectifs du renforcement musculaire.

En outre, l'analyse de l'expression de la force, en fonction de la durée, nous permet de constater qu'il existe une limite propre à chaque niveau de force caractérisant l'endurance musculaire comme la capacité à maintenir un effort le plus longtemps possible à un niveau de puissance donnée (relation force-durée).

Bell & coll, montrent qu'un entraînement en force suivi d'un entraînement en endurance permet un meilleur développement de la force que dans l'ordre inverse. Il s'agit donc de planifier l'entraînement de la force en premier, puis l'entraînement pour développer la capacité aérobie. (Bell, 2000).

3-La préparation physique intégrée :

"C'est l'amélioration des potentiels physiologiques du joueur en étroite relation avec la motricité de l'activité du football "(LAMBERTIN, 2000,)

Ce concept d'intégration est en effet synonyme d'amélioration des qualités physiques au travers de la motricité spécifique à l'activité pratiquée. (LAMBERTIN, 2000,)

Il s'agit de faire la différence entre la préparation purement athlétique qui, elle aussi peut faire progresser l'individu, et la préparation "spécifique football" qui va permettre l'amélioration des qualités spécifiques que doit posséder le joueur de footballeur.

Intégrer l'activité c'est aussi pouvoir s'entraîner en opposition et donc inclure la notion de duels.

La préparation physique intégrée pourra se mettre en place en prenant plus particulièrement en compte l'individu ou le groupe. Elle intégrera aussi les paramètres physiologiques, techniques et tactiques de l'activité *FOOTBALL*. De fait le joueur, par le biais du phénomène de transferts, profitera du développement d'une qualité particulière pour améliorer d'autres qualités indispensables dans la pratique du football. (TAELEMAN, 2003).

La force, la vitesse et l'endurance sont des facteurs fondamentaux de la performance du footballeur de haut-niveau. Toutefois, de nombreuses études relatent qu'un travail intégré

(avec ballon) à base de jeux réduits permettrait d'approcher l'intensité de travail au cours de certains exercices intermittents de courte durée par exemple.

Ils permettent de travailler simultanément toutes les filières énergétiques. Durant un jeu réduit, les joueurs vont travailler à la fois techniquement, tactiquement mais également physiquement. Une des difficultés réside dans l'appréciation de l'intensité inhérente à ces jeux réduits. Ces jeux réduits sont très intéressants car ils forment le caractère des joueurs. Par exemple, lors d'un 3 contre 3 ou d'un 4 contre 4 un joueur ne peut pas se cacher car s'il se cache, s'il ne joue pas le jeu, son équipe prend immédiatement l'eau ! Tous les joueurs sont concernés. Par contre, à partir de 5 contre 5, les joueurs peuvent noyer le poisson. Leurs activités seront moins contrôlables. (Dellal, 2008)

3-1-Les dimensions de la préparation physique intégrée :

Deux dimensions possibles ;

A- intégrée la pratique globale, la préparation physique peut donner une dominante de travail (vitesse, endurance, renforcement musculaire...) au travers des formes spécifiques (jeux, duels, échanges...). Cette approche est tacite dans la formation des jeunes sportifs : ils se préparent en répétant les séquences tactiques ou les progressions de geste techniques. Néanmoins, il est impossible de paramétrer avec précision les efforts et d'en définir la nature. Comment véritablement développer la puissance aérobie dans le jeu, la vitesse ou la force dans des situations d'opposition aléatoires dépendantes de réponses technico-tactique ? (BODINEAU, 2007).

B- Si l'on vise le transfert du physique vers le technique gestuelle, la préparation physique peut intégrer des exercices issus de l'analyse de la tâche sportive : chaque qualité physique est sollicitée dans les formes gestuelles spécifiques à la discipline au regard des contraintes biomécaniques, énergétiques et bio-informationnelles.

Ponctuellement, on peut renfermer une habileté ouverte peu en favoriser la répétition de manière calibrée : Dix tirs en course, 4 séries de 3 contre attaques etc. A l'interface entre la physique et la technique, cette approche réclame une expertise dans l'analyse énergétique et biomécanique de l'épreuve ou de la tâche sportive.

Ainsi, chacune de ces approches est opérante dans la préparation sportive de haut niveau, puisque c'est la période d'entraînement qui décide de la pertinence. La préparation physique dissociée servira la reprise de l'entraînement jusqu'au cœur de la période de développement. La préparation physique dissociée semble répondre au maintien des niveaux de développement, en période de compétition, lorsque l'entretien du potentiel ne réclame plus des rappels de

charge, et ou l'emboîtement du travail spécifique dans une même séance, peut suffire. Quant à *la préparation physique intégrée*, elle participe de l'affûtage terminal, lorsque le développement des potentialités n'est plus une préoccupation, au contraire de l'efficience dans l'engagement technico-tactique à cette période

Les séances spécifiques sont à prendre en compte toute la saison durant, comme autant de charges de préparation physique intégrée s'ajoutant à celles de la préparation en place, et susceptibles de la moduler.

Enfin, le niveau de pratique et le moment dans le cursus du sportif peuvent décider d'une articulation inversée de ces trois approches de la préparation physique :

→*Intégrée* : dans la formation des jeunes joueurs.

→*Associée* : lorsque les contenus athlétiques participent de l'augmentation de la charge d'une séance spécifique.

→*Dissociée* : lors de la l'accession au plus haut niveau et l'augmentation du nombre de séances d'entraînement.

4-Bases anatomiques et physiologiques de la force :

La force est directement proportionnelle au nombre de ponts d'actine-myosines. Son niveau dépend de la façon dont les unités motrices (UM) sont mises en jeu.

Quelques modalités règlent cette mise en jeu :

- Le principe de la taille où les fibres lentes innervées par des axones de faibles calibres sont recrutées avant les fibres rapides (type II) au diamètre axonique plus importante et qui produisent une force plus grande.
- Le principe de recrutement où le nombre d'unités motrices (UM) mises en jeu dépend de l'intensité de la charge.

En effet, la charge est une sorte de stimulation avec une certaine intensité et détermine une sollicitation spécifique des différents types de fibres.

4-1-Les mécanismes de la force:

La possibilité pour un athlète de développer une force importante dépend de différents facteurs qui sont schématisés sur la figure 1. Ils sont de trois ordres:

- structuraux : touchant à la composition même du muscle.
- nerveux : concernant l'utilisation des unités motrices.
- en rapport avec l'étirement : lequel potentialise la contraction.

5-Les types de forces :

Force maximale : c'est la force la plus élevée qu'un joueur est capable de développer sous forme dynamique ou statique pour vaincre la résistance.

Force-vitesse (puissance-explosivité) : Capacité de mobiliser le corps, ses parties ou des objets, avec la plus grande rapidité possible.

Force-endurance : Capacité à résister à la fatigue de la musculature dans les efforts de longues durées.

6-Les objectifs de la préparation musculaire :

La Force n'est pas une fin en soit, mais c'est un facteur déterminant de la performance. Son développement optimal repose sur un travail à la fois énergétique, mécanique et surtout sensoriel. A nous, par ailleurs, de lui donner un sens, une place importante dans l'entraînement du jeune footballeur. La force est une nécessité, son développement doit être accompagné, encadré par des tâches plus ou moins complexes de coordination afin d'optimiser les transferts. Il s'agit avant tout de travailler sur les facteurs qui permettent d'optimiser l'expression de la force et de la puissance en toute circonstance.

Solliciter le travail des capteurs sensoriels à l'entraînement de la force :

Eléments engagés: appuis au sol, déplacements, gainage, duel, récupération du ballon.

Conditions: Equilibre, vision (et suppléance sensorielle en cas de perte de repères), préhension, propulsion, locomotion...

Conséquence: les articulations, les muscles, l'oreille interne envoie des informations qui peuvent perturber la programmation et l'expression de la force...la qualité des appuis...

Moins de 18 ans : 1 à 2 séances de 30' à 45' par semaine. Travail généralisé à l'ensemble du corps. 8 à 12 rép. 5 à 6 ateliers. 3 séries. En parallèle, apprentissage des mouvements D'haltérophilie (Arraché, épaulé-jeté).

Support neuro-sensoriel de la motricité

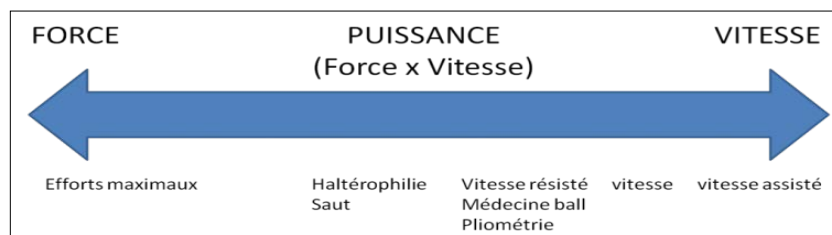
- a) – Equilibre
- b) – Kinesthésie
- c) – Locomotion
- d) – Contrôle gestuel

- e) – Suppléances sensorielles
- f) – Réflexes, automatismes
- g) – Qualités physiques

Tout ce qui supporte le mouvement et qu'il faut stabiliser. C'est un facteur de prévention des accidents de l'appareil locomoteur (Kelm et al. 2001).

Les tâches de la force et de la puissance sont très informationnelles car en gestion d'équilibre, de déplacement, de précision \longrightarrow **intégrer**, et cela en plus de la coordination au travail de la force afin de construire une qualité capable d'exprimer en mouvement, en déséquilibre, en complexité. Construire une force **adaptative** et pas uniquement **absolue**. **“Le football est un sport d'équilibre dans le déséquilibre.”**

On prépare la force du joueur en milieu stable et adapté (en salle), alors que les exercices en match se déroulent toujours en situation de déséquilibre et d'incertitude...



6-1-Le transfert de la force vers le jeu :

L'efficacité de la préparation physique se mesure à travers l'amélioration des qualités physiques, mais également à travers la part des progrès qui est utilisée dans le geste sportif de compétition. (SEGUIN, 2001).

Il y a un fossé trop grand entre les contenus de préparation musculaire et la réalité du jeu.

Préparation musculaire dissociée et exclusive des qualités mécaniques \longrightarrow préparation musculaire intégrée...en milieu ouvert et instable.

Quand et comment envisager le développement de la force dans un contexte plus global de la construction de la motricité du jeune footballeur?

6-2-Planification de l'entraînement :

L'entraînement de force est une forme d'entraînement qui peut être associée à d'autres formes. Il est parfaitement judicieux de combiner entraînement technique et entraînement de

force. Certaines associations comme un entraînement intensif d'endurance et de force ne sont cependant pas à recommander. Si l'entraînement de force est effectué isolément, il faut toujours stimuler préalablement le système circulatoire et préparer la musculature à l'effort par des exercices d'étirement dynamiques et statiques (stretching). L'entraînement de force sans préparation n'est pas bon. Il est également possible d'étirer les muscles entraînés entre chacun des exercices de renforcement musculaire. Il est recommandé de courir décontracter après un entraînement de renforcement musculaire et surtout de rendre sa longueur originelle à la musculature fortement sollicitée par un stretching.(H.R.KUNZ, 1991).

6-3-Mécanique musculaire :

Chaque déplacement demande une force. Cette force doit être produite par la musculature. Pour pouvoir se déplacer sportivement, il faut que la musculature entre en jeu de manière adéquate. La force musculaire est également appelée *force interne*. Elle n'est jamais appliquée au centre d'une articulation, mais toujours à une certaine distance du centre de rotation de l'articulation (bras de levier). La résultante d'une contraction musculaire est un moment de rotation et, donc, une rotation. Dans ce cas, elle est appelée *moment de rotation interne*. L'importance de ce moment de rotation est déterminée par la force donnée par la musculature et la distance perpendiculaire au centre de rotation intra-articulaire. Du fait que le bras de levier peut varier au cours d'un mouvement et en fonction de l'anatomie de l'articulation, et que le muscle est en outre capable de produire sa force maximale à une longueur physiologique moyenne, il est en résulte pour chaque articulation une courbe typique de l'évolution du moment de rotation. Des mesures statiques chez plusieurs sujets ont donnée l'évolution du moment de rotation pour l'articulation du genou (H.R.KUNZ, 1991).

Les moments de rotations internes les plus importants au niveau des genoux sont obtenus le genou fléchi à 100-120°. A ces angles, les bras de leviers ont les rapports les plus favorables. Si le genou est fléchi davantage, et surtout si la jambe est pratiquement tendue, les moments de rotations sont nettement plus faibles.

Les mouvements sportifs sont normalement poly-articulatoires. Les moments de rotations au niveau de chacune des articulations peuvent s'opposer ou se compléter de telle manière qu'il en résulte des mouvements de l'ensemble du corps sans rotation, malgré les multiples rotations produites à l'intérieur de l'organisme (comme dans la course).

La force de la musculature dépend de la section musculaire et de la composition des fibres. Les muscles ayant un grand nombre de fibres rapides peuvent déployer une force maximale importante (jusqu'à 10 kg/cm^2 de section musculaire). Dans de tels muscles, la coordination intramusculaire est à un très haut niveau, grâce à leur innervation. Les muscles riches en fibres lentes ne peuvent développer qu'une force maximale de $4-6 \text{ kp/cm}^2$, mais ils peuvent être rendus un peu plus performants par l'entraînement de la coordination intramusculaire. Les athlètes ayant de tels muscles ne seront cependant jamais capables de fournir des prestations de pointes à partir d'une position arrêtée (saut en longueur arrêté, test du jump-and-reach). Mais, par des mouvements d'allongement et d'élan, ces sportifs peuvent activer un très grand nombre de fibres musculaires et augmenter ainsi leur force maximale.

En général, plusieurs muscles travaillent en harmonie lors des mouvements sportifs. Les muscles qui interviennent en même temps au niveau d'une même articulation sont appelés agonistes. La flexion du genou par exemple s'effectue par activité synergique des trois muscles ischio-fémoraux (*demi-tendineux*, *demi-membraneux* et *biceps fémoral*). Les muscles responsables du contre mouvement sur une articulation sont appelés antagonistes. Un mouvement sportif est donc une intervention harmonieuse des agonistes et des antagonistes. Mais ceci ne veut pas dire que ces muscles en opposition ne puissent pas être actifs en même temps. Très souvent lors d'un mouvement, le muscle antagoniste a pour tâche de stabiliser l'articulation et de limiter le risque de lésion.

Dans les mouvements d'ensemble, le travail des muscles se fait en chaîne. Pour pouvoir exercer une poussée sur le sol par exemple, la musculature postérieure de la cuisse, la musculature antérieure et les muscles postérieurs de la hanche doivent entrer en jeu pour que le pied, le genou et la hanche puissent être en extension. Lors de l'avance de la jambe de battement en course, les antagonistes respectifs mobilisent chacune des articulations. Le résultat de cette action commune est un mouvement cyclique coordonné.

Le dessin de l'activité musculaire en course rapide montre bien que les muscles péroniers, antérieurs de la cuisse, fessiers et dorsaux sont actifs simultanément, en échange de quoi ces muscles ne reçoivent aucune impulsion nerveuse lors de la flexion du genou.

6-4-Puissance d'accélération :

Les athlètes qui pratiquent le sprint, la natation, le cyclisme, l'aviron et la plus part des sports d'équipe, doivent être capables d'accélérer rapidement pour accélérer leurs performances. La

puissance est qualité indispensable dans tous les sports qui requièrent une grande accélération. Sans cette capacité, l'athlète ne pourra pas fournir la puissante poussée contre le sol que nécessite la phase de propulsion dans la course à pied, ou surmonter la résistance de l'eau dans les sports d'eau.

Par exemple, la force exercée par le sprinter contre le sol équivaut à deux à trois fois celle de son corps. En aviron, le rameur applique une pression de 40 à 60 kg sur la pale à chaque coup d'aviron pour maintenir une accélération élevée. Dans tous les sports où la puissance d'accélération joue un rôle capital, les actions énergiques qu'ils impliquent sont répétitives et très rapides. Plus la différence est importante entre la F_{cmax} et, dans les exemples ci-dessus, la résistance de l'eau ou la puissance exercée contre le sol, plus l'accélération sera grande (T.O.BOMPA, 2007).

Il est indispensable de développer la F_{cmax} pour améliorer l'accélération. Un diamètre plutôt grand des filaments musculaires contractiles est la condition physiologique principale pour arriver à la puissance. L'augmentation de la taille de myosine, ne peut résulter que l'emploi des méthodes d'entraînement de la F_{cmax} . L'hypertrophie qui se développe au cours de la phase de F_{max} doit donc être convertie en puissance avec les méthodes d'entraînement de la puissance spécifique. Les différentes méthodes (isotonique, balistique, pliométrique et puissance de résistance) aideront les athlètes à appliquer la série d'impulsions musculaires qui active un grand nombre de fibres FT. Une fois qu'ils parviendront, leur puissance d'accélération atteindra les niveaux souhaités.

Ces méthodes peuvent être effectuées soit avec un faible nombre de répétitions (6 à 10), exécutées de manière explosive et à intervalles très rapprochés, soit individuellement (une répétition à chaque fois). Dans le premier cas, le but est de répéter les démonstrations de puissance. Dans le deuxième cas, l'objectif consiste à exercer le maximum de puissance en une seule fois. Dans les sports qui requièrent une puissance d'accélération, utilisez les deux méthodes, car les athlètes doivent être capables d'accomplir des actions puissantes à une fréquence élevée.

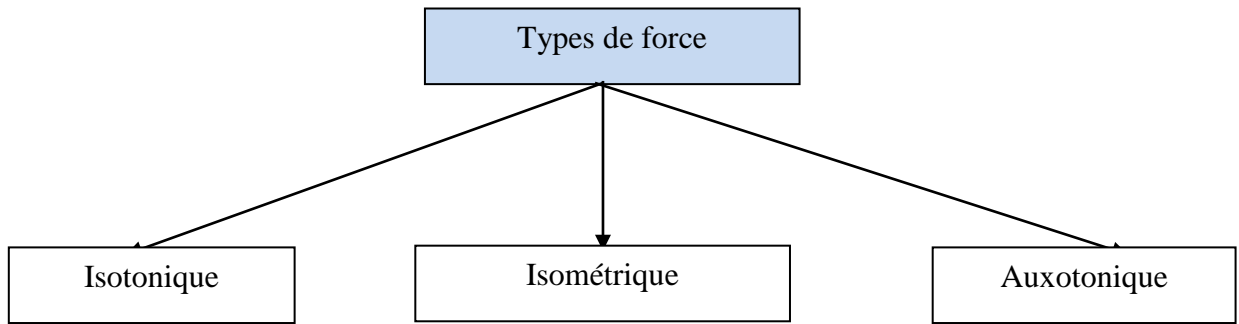
Ils augmentent leurs chances d'améliorer les capacités mentionnées précédemment et atteindre une puissance d'accélération maximale avant les compétitions ou les épreuves importantes

Dans plusieurs sports, surtout le tennis et les sports d'équipe, la décélération joue un rôle aussi important que l'accélération. Pour dépasser un adversaire ou disposer à recevoir une passe, un joueur d'équipe doit accélérer et courir le plus vite possible. Dans des sport comme le football, les joueurs doivent aussi réduire leur vitesse au maximum pour s'arrêter et changer rapidement de direction ou sauter pour attraper un rebond. Un athlète capable de ralentir vite peut souvent créer un avantage tactique .l'exécution décélération rapide requière une puissance des jambes équivalant parfois jusqu'à deux fois le pois du corps. L'emplacement des pieds devant le centre de gravité et de maintien de la moitié supérieure du corps en arrière, facilite la décélération qui s'effectue par contraction excentrique des muscles des jambes. La puissance des jambes et la biomécanique sont des facteurs importants. Les muscles sollicités dans la décélération d'un mouvement très rapide utilisent leurs propriétés élastiques pour amortir et réduire les forces d'impacte. La capacité à amortir ses forces demande de la puissance des degrés de réflexion des jambes similaires à ce qui permet d'amortir les chocs lors d'une réception. (T.O.BOMPA, 2007)

Pour entrainer les muscles à ralentir rapidement, les athlètes doivent employer plusieurs méthodes pour la contraction excentrique et la pliométrie. Appliquez la méthode excentrique (Fmax) en commençant par des charges moyennes avant de passer aux charges super-maximales. En ce qui concerne la pliométrie, après plusieurs années de progression normales pendant lesquelles vous serez passé graduellement des exercices à impacte faible à ceux à impacte élevé, introduisez des sauts en contrebas et réactifs. Si vous suivez les principes décrits précédemment, les athlètes réussiront à développer une puissance de décélération suffisante.

7-Intervention de la force en football :

Toute contraction musculaire est productrice de force. Cette force peut être employée pour maitriser ou compenser des résistances. On distingue trois types de force selon l'importance et la durée de l'intervention :

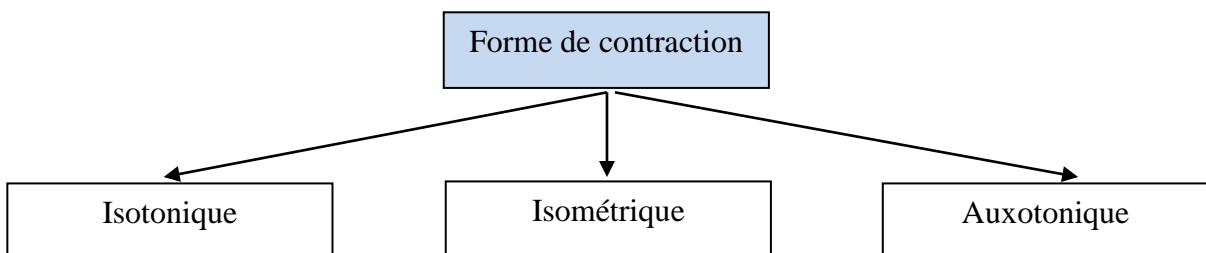


La force maximale est la force la plus grande possible qui puisse s'exercer volontairement contre une résistance, sous forme dynamique aussi bien que sous forme statique. Elle est fonction de la section musculaire et de la coordination intramusculaire. La section musculaire est déterminée par le nombre et l'épaisseur des fibres musculaires. La coordination intramusculaire est l'activité synchrone de chacune des fibres musculaires à l'intérieur d'un même muscle.

La force vitesse est la force nécessaire à déplacer le corps, des parties du corps ou des objets à la vitesse la plus grande possible. Elle est surtout fonction de la coordination intramusculaire.

La force endurance est la capacité de résistance de la musculature à la fatigue lors d'efforts prolongés ou répétitifs (statiques et dynamiques). Elle est fonction de la force maximale et des possibilités anaérobies à long terme.

La contraction musculaire varie en fonction de l'entraînement de force :

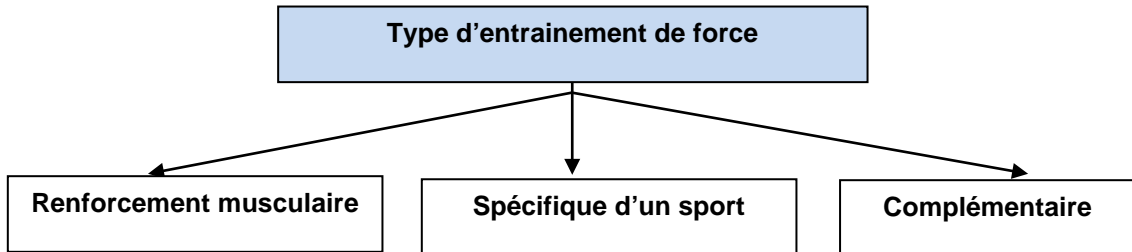


Lors d'une contraction musculaire **isotonique**, la tension de la musculature reste identique sur toute l'amplitude du mouvement seule varie du muscle.

La contraction musculaire est isométrique lorsque ce n'est pas la longueur du muscle qui varie, mais la tension musculaire.

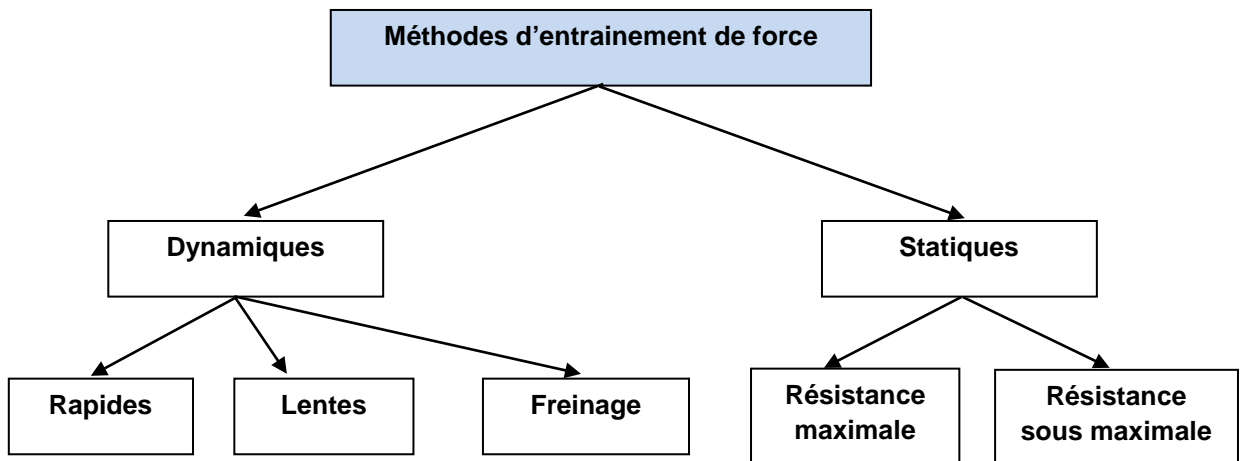
Une contraction isométrique et isotonique (variation de la tension et de la longueur du muscle). Il s'agit de la forme de contraction la plus fréquente dans l'entraînement de force.

L'entraînement de force du sportif peut se subdiviser de la manière suivante :



- Entraînement de renforcement musculaire : développement par l'entraînement de l'ensemble de la musculature, peu spécifique ;
- Entraînement spécifique d'un sport : entraînement des fonctions musculaires qui conditionnent les performances dans un type de sport bien précis ;
- Entraînement complémentaire : entraînement destiné au maintien de la santé et à la prévention des déséquilibres musculaire.

L'entraînement de force peut se faire selon différentes méthodes :



On peut en principe distinguer l'entraînement dynamique et l'entraînement statique de la force. Entraînement dynamique signifie entraînement par le mouvement. Dans l'entraînement statique, on pratique un travail de soutien ou de résistance.

Les méthodes les plus courantes d'entraînement dynamique sont :

- Entraînement dynamique rapide : chacune des répétitions se fait avec mise en jeu d'une force grande à maximale, à vitesse élevée à explosive (travail musculaire concentrique).
- Entraînement dynamique lent : le mouvement est lent et régulier (dosage de la force). Cet entraînement est également désigné par entraînement de force isocinétique (isocinétique sans accélération ni décélération).
- Entraînement dynamique de freinage : une charge importante est freinée par une force maximale (méthode négative, travail musculaire excentrique).

Les types de charge habituels de l'entraînement de force sont :

- Entraînement contre résistance du poids du corps comme l'entraînement au saut).
- Entraînement contre résistance d'haltère ou petits lestes supplémentaires (comme le ballon médical).
- Entraînement contre résistance de machines de force (mouvement mono- ou poly-articulaires).
- Entraînement contre résistance ou avec l'aide d'un partenaire,
- Entraînement contre résistance d'un extenseur élastique (comme le mouvement de lancer).

7-1-Types d'entraînement :

Entraînement de renforcement musculaire :

Les objectifs de l'entraînement de force du renforcement musculaire sont :

- Renforcement général de l'ensemble du corps
- Augmentation de la section musculaire
- Entraînement de la coordination intramusculaire
- Entraînement de la force endurance

Ce type d'entraînement est important pour les sports dans lesquels la force joue un rôle déterminant (comme les disciplines de lancer, l'haltérophilie, l'aviron, etc). Pour des sportifs d'endurance, par contre, cet entraînement n'est pas capital, il peut même être oublié.

L'entraînement de la coordination intramusculaire et de la force endurance a également une importance variable selon le type de sport. L'entraînement de renforcement musculaire n'est que peu spécifique d'une discipline, il fait donc partie de la phase de préparation, et ceci sur une durée plus au moins prolongée. Mais « peu spécifique » ne veut pas dire que les

exercices ne doivent pas être choisis attentivement. Lors de l'entraînement de renforcement musculaire, il s'agit d'activer la force de la musculature ayant un rôle important à jouer dans le sport que l'on pratique. Les exercices à la machine de force sont parfaitement indiqués dans ce but. Le muscle doit y être entraîné sur la plus grande amplitude de mouvement possible. Tous ces exercices doivent se compléter. Ce qui présuppose de bonnes connaissances de l'anatomie fonctionnelle de l'être humain et du fonctionnement des machines d'entraînement.(H.R.KUNZ, 1991)

Entraînement de force spécifique d'un type de sport :

L'entraînement de force spécifique d'un type de sport signifie que les fonctions musculaires déterminantes pour les performances dans telle ou telle discipline sont concernés plus précisément :

- Même musculaire : grâce à des analyses du mouvement dans le sport en question, il faut déterminer quelle musculature conditionne les performances. Il s'agit de renforcer cette musculature par les exercices d'entraînement.
- Même force : l'entraînement de force fonctionnel doit comporter des exercices permettant d'exercer la force spécifique avec une même dynamique (haltérophiles= force maximale, sprinter = force vitesse).

7-3-Méthodes d'entraînement de la force en football :

Les méthodes d'entraînement de force, les indications, le nombre de répétitions et les charges sont rassemblés dans le tableau 4

Entraînement de force dynamique rapide :

La méthode de l'entraînement de force dynamique rapide peut être utilisée pour améliorer tous les types de forces. Les répétitions et les charges seront choisies en fonction de l'effet escompté de l'entraînement, et pour pouvoir améliorer la coordination intramusculaire, il faut travailler avec des charges importantes et mise en jeu maximale.

Méthodes d'entraînement de force	Indications	Répétitions	Charges %
Dynamique rapide	Force maximale - Coordination - Intramusculaire - Section musculaire - Force vitesse Force endurance	- 1 – 5 - 6 - 12 - 10 - 15 - 20 - 60	- 85 – 10 - 70 – 85 - 30 – 60 - 30 - 50
Dynamique lent (isocinétique)	Force maximale - Section musculaire - Force endurance	- 8 – 12 - 10 - 20	- 50 – 70 - 30 – 50
Dynamique avec frein (Méthode négative)	Force maximale - Coordination - Intramusculaire Force vitesse	- 1 - 5 - 6 - 10	- > 100 - 60 - 90
statique	Force maximale - Coordination - Intramusculaire - Section musculaire Force endurance	- 3 – 5 - 6 – 10 - 30 – 120	- 90-100 - 70- 90 - 30-50

Tableau N°(3) méthodes d'entraînement de force, indication, répétitions et charges

Seul un petit nombre de répétition est possible de cette manière, et il faut en outre des pauses prolongées et des séries peu nombreuses.

Dans ce cas, la musculature est active peu de temps, ce qui signifie que la section musculaire n'augmente que très faiblement, la forte mise en jeu lors de chaque contraction entraîne surtout l'innervation.

L'amplitude d'une part, et d'autre part la fréquence des impulsions sont ainsi augmentées. Par conséquent, d'avantage de fibre musculaires se contractent par unité de temps, et surtout les unités motrices sont activée avec une onde de stimulation importante (fibres rapides). Un tel entraînement permet de faire augmenter nettement la force par cm² de section musculaire. On

comprend ainsi que la vitesse puisse également être améliorée efficacement de cette manière. (g.pasquet, 2004)

Pour pouvoir développer au mieux la section musculaire, il faut que le muscle soit soumis à des efforts importants pendant un temps relativement long, ce qui est le cas avec un entraînement de force à 70 – 85% de la charge maximale et 6 – 12 répétitions par série. Cet entraînement active moins de fibre musculaire que lors de l'entraînement de la coordination intramusculaire, mais l'effort dure nettement plus longtemps. Les fibres musculaires à faible onde de dépolarisation sont d'abord stimulées (fibres lentes), ce qui a pour conséquence que ces fibres prennent du volume surtout par stockage de molécules de protéines (actine et myosine). La force maximale augmente sous l'effet d'une augmentation de la section, mais sans que la force par cm^2 de section n'augmente considérablement.

Comme certaines fibres musculaires avec ondes de dépolarisation très importantes ne sont pas activées par ce type d'entraînement, ce dernier n'améliore également pas sensiblement la force vitesse.

Une variante de l'entraînement de force dynamique rapide visant à augmenter la section musculaire est l'entraînement selon le principe de la pré-fatigue. La musculature est dans ce cas pré-fatiguée par un exercice poly-articulaire, et finalement hyperstimulée par un exercice mono-articulaire (comme 10 flexions suivies de 10 répétitions à la machine pour extension des jambes). Le processus inverse est également possible.

7-3-1-Développement de la force vitesse :

La force vitesse peut être développée par un entraînement de la force maximale avec des charges très élevées, mais également par un véritable entraînement de force vitesse. On travaille avec une très forte participation et des charges faibles à modérées, à raison de 10-15 répétitions par séries. Les effets sur la musculature sont les mêmes que dans l'entraînement de force maximale (augmentation de la coordination intramusculaire et de la vitesse de mouvement).

La musculature n'est activée que brièvement, ce qui rend impossible une augmentation significative de la section musculaire. Les efforts musculaires sont en partie inférieurs à ceux de l'entraînement de force maximale, car la résistance est très rapidement vaincue lors de chaque répétition, ce qui empêche de développer une activité musculaire maximale. L'entraînement de force vitesse trouve sa justification surtout dans les sports où il s'agit de vaincre des résistances très faibles (lancer du javelot, handball, boxe, etc.)

Par entraînement de la force vitesse avec la méthode négative, on entend le freinage puis l'accélération du corps ou d'un accessoire (haltère). L'entraînement à la chute (entraînement plyométrique) en fait partie. Dans les sauts à partir d'une certaine hauteur, le poids du corps est freiné par intervention de la musculature avant d'être accéléré vers le haut. Au cours de cette phase de freinage se produit une activité musculaire résultant du réflexe d'extension, impossible par contraction volontaire. Dans de nombreux sports, disciplines sportives et exercices d'entraînement, on tente de mettre à profit les effets positifs du réflexe d'extension, impossible par contraction volontaire. Dans de nombreux sports, disciplines sportives et exercices d'entraînement, on tente de mettre à profit les effets positifs du réflexe d'extension, dans le but d'atteindre ainsi des performances meilleure (comme le mouvement d'allongement, les exercices avec élan, etc.). L'entraînement de force vitesse selon la méthode négative est plus efficace que l'entraînement selon la méthode dynamique rapide, du fait de la plus importante activité musculaire (arracher l'haltère sans la reposer est plus efficace qu'avec pose). Mais les contraintes imposées à l'appareil locomoteur sont nettement plus importantes, ce dont il s'agit de tenir compte dans la planification à court et à long terme (pas de sauts de trop haut chez les adolescents, pas tous les entraînements selon la méthode négative).

Il est évident que des douleurs musculaires ou des crampes apparaissent bien rapidement après un entraînement de force maximale ou de force vitesse selon la méthode négative qu'après un entraînement de force isocinétique par exemple. Les raisons sont à rechercher dans le fait que lors d'un tel entraînement, les fibres musculaires rapides sont également activées, elles qui n'interviennent normalement pas, et que lors de l'étirement rapide, les structures passives des fibres musculaires sont également fortement mises à contribution.

7-3-2-Entraînement de la force endurance :

La force endurance, importante dans de nombreux sports et disciplines sportives, peut être développée par un entraînement comportant des exercices d'une durée de 30- 120s avec des charges faibles à modérées. L'élément limitatif dans cet entraînement est tolérance à l'acidification (lactate). Comme la musculature travaille pendant longtemps mais avec une activité pas très élevées, un tel entraînement donne une augmentation de la section musculaire. La coordination intramusculaire ne doit être qu'à peine améliorée. Plus les exercices sont effectués à vitesse élevée, plus l'activité de chaque groupe musculaire est importante et plus les fibres musculaires rapidement épuisées sont excitées. La fatigue apparait ainsi rapidement lors de l'exécution de l'exercice de force à vitesse élevée, avec une

importante production de lactate (production de lactate = privilège des fibres musculaires rapides). La force endurance locale peut être entraînée à l'extrême selon le principe de la pré-fatigue (comme au cours d'une suite de deux différents exercices qui se suivent et impliquent la même musculature, comme l'enroulement à l'espalier suivi du redressement du tronc sur plan incliné).

Avec le temps de travail de 40-120s, il est également possible d'améliorer la force endurance avec un entraînement de force dynamique lent (domaine de l'aptitude à se tenir debout). La fatigue musculaire n'apparaît cependant pas aussi rapidement que lors d'un entraînement d'endurance dynamique rapide (p. Ex. Circuit d'entraînement). A charge égales, on peut ainsi travailler plus longtemps en dynamique lent. Par conséquent, la production de lactate est inférieure, avec des durées de travail identiques à celles de l'entraînement de force dynamique rapide. L'explication de ces faits est liée au fait que lors de l'entraînement de force lent, ce sont surtout les fibres musculaire rapides, produisant beaucoup de lactate, restent par contre partiellement inactives.

Développement de la force endurance : Dans l'entraînement de la force endurance selon la méthode statique, ce sont essentiellement les fibres musculaires lentes qui sont entraînées, d'où l'absence d'une production importante de lactate.

7-3-3-Entraînement de force dynamique lente (isocinétique) :

La méthode d'entraînement de force dynamique lent a pour but d'augmenter la section musculaire et la force endurance. Elle n'est pas indiquée pour améliorer la force par cm² de section musculaire, ni pour développer la force vitesse.

7-3-4-Développement de la force maximale par augmentation de la section musculaire :

Lors de l'entraînement dynamique lent, la musculature est relativement active pendant 40 - 60s. Le produit de l'importance de l'activité musculaire par sa durée fait que les molécules protéiques sont incorporées à la musculature, ce qui lui donne du volume. L'activité musculaire n'est cependant pas aussi importante que lors du développement de force dynamique rapide. Au cours de cet entraînement, les fibres musculaires lentes avec faible onde de dépolarisation sont d'abord excitées, sans mise en jeu maximale ou à très grande vitesse de la musculature. Les fibres musculatures rapides restent en parties inactives, la coordination intramusculaire n'est pas entraînée. L'entraînement de force dynamique lente est vraisemblablement la meilleure variante permettant d'augmenter la section musculaire. Il peut également s'effectuer selon le principe de la pré-fatigue.

7-3-5-Entraînement de force dynamique avec freinage (méthode négative) :

L'entraînement de force dynamique avec freinage est particulièrement indiqué pour améliorer la force maximale et la force vitesse, puisque la musculature est très active avec cette méthode d'entraînement. Cette activité musculaire extrêmement élevée est le résultat de la mise en jeu d'une très grande force volontaire et de l'activité musculaire complémentaire résultant du réflexe d'extension, qui n'est pas sous la dépendance de la volonté.

7-3-6-Développement de la force maximale par amélioration de la coordination intramusculaire :

La coordination intramusculaire ne peut être améliorée que par un entraînement de force statique avec mise en jeu très importante de la musculature pendant 3-5s. Le muscle reste sous une tension constante pendant ce laps de temps. C'est surtout la puissance par cm² de section qui augmente.

Avec la méthode négative d'augmentation de la coordination intramusculaire, on essaye de freiner une charge plus de maximale. Le muscle fournit une prestation volontaire extrêmement importante (charge de 110-130% de la charge dynamique maximale). En outre, lors du freinage du poids, le muscle est étiré et les fuseaux neuromusculaires sont stimulés. Cette stimulation, qui ne se produit que lors du freinage brusque d'un poids, déclenche une activité supplémentaire au niveau du muscle, par voie réflexe ; le muscle peut ainsi produire un effort supplémentaire. Une grande partie des fibres musculaires disponibles est capable de se contracter par unité de temps (et même les fibres rapides). Ce qui permet d'augmenter la puissance par cm² de section musculaire, mais également la force vitesse, et ceci de manière évidente. Comme le muscle ne peut être sollicité que peu de temps dans un tel entraînement, il n'y a pratiquement pas d'augmentation de la section musculaire.

Développement de la force maximale par augmentation de la section musculaire : La durée de l'activité musculaire constante est nettement plus longue (6-10s de contraction) mais moins importante ; cette variante augmente donc surtout la section musculaire.

7-3-7-Entraînement de force statique

Avec l'entraînement de force statique, il est possible d'entraîner la force maximale statique et la force endurance. Dans la plupart des sports, cette méthode d'entraînement a une importance secondaire, car elle suit le mouvement et la coordination n'est ainsi pas stimulée.

L'entraînement de la force statique a son importance dans l'entraînement de la musculature du tronc, surtout du fait qu'elle intervient à la fois comme musculature posturale et comme musculature motrice.

Pour l'entraînement de force statique, il est important de savoir que la puissance n'est travaillée efficacement qu'à la flexion de l'articulation entraînée ± 10 .

7-3-8-Entraînement de force avec le poids du corps

L'entraînement de force avec le poids du corps est très spécifique de l'activité sportive et peut être utilisé surtout pour améliorer la force vitesse et la force endurance. Plusieurs de ces exercices peuvent également contribuer à améliorer la force maximale chez les débutants (comme les sauts de grenouille, les tractions à la barre, etc.).

Cet entraînement est surtout indiqué pour adolescents et les amateurs de fitness. D'un point de vue biomécanique, l'entraînement de force avec haltères.

7-3-9-Entraînement de force avec haltères et machines :

L'entraînement aux haltères permet d'améliorer tous les types de force. Le recours à ce type d'entraînement doit cependant être planifié très précisément.

Les mouvements de l'entraînement aux haltères sont en général une dynamique spécifique à un sport. Plusieurs positions articulaires sont normalement modifiées en même temps. Le mouvement est donc la résultante de plusieurs mouvements de rotation. Au niveau de l'articulation en jeu, le poids du corps et de l'haltère réalise un moment de rotation externe dépendant de la position du corps

Tous les types de machines sont justifiés, pour autant qu'ils soient utilisés à bon escient. Le recours à ces dépend des objectifs fixés.

8-Planification a long terme

Le travail avec des poids importants et la maîtrise d'efforts considérables ne peut se faire qu'une fois la croissance terminée. La conséquence en est la suivante : pour les adolescents, l'entraînement de force. Cette variante est également correcte pour des sportifs plus âgés, pour commencer un entraînement de force, comme l'entraînement de la force maximale avec haltères ou les sauts d'une certaine hauteur, exigent une préparation physique de longue date.

Les charges et le nombre de séries ne doivent être augmentés que très progressivement. Il faut alors augmenter d'abord les charges et ensuite l'intensité, progressivement.

Des exercices de coordination difficiles doivent d'abord s'apprendre avec de petites charges.

8-1-Les adaptations à long terme aux exercices de force :

Nous avons vu que la plupart des programme d'entraînement de la force induisaient une augmentation de la surface de section transversal du muscle, principalement par l'accroissement du volume des fibres musculaires et du tissu conjonctif les enveloppant. Cependant, à l'issue d'un programme d'entraînement de musculation à court terme, il est

possible d'observer une augmentation significative de la force maximale avec seulement parfois une petite hypertrophie musculaire, voire même aucune (tesch, 1992). Il est en effet important de garder à l'esprit, concernant la discussion des adaptations métaboliques dues à l'entraînement de force, que certaines sont consécutives à l'hypertrophie musculaire.

9-Planification à court terme

Dans le programme d'entraînement à court terme, il faut tenir compte des points suivants pour atteindre les buts fixés :

- L'entraînement de force doit être conçu spécifiquement de la quantité vers la qualité.
- Au moment de la préparation à la compétition, les exercices d'entraînement de force doivent correspondre à la dynamique et à la structure de la discipline de compétition.
- Des stimuli d'entraînement trop répétitifs aboutissent à un plafonnement des performances. C'est pourquoi il faut alterner relativement fréquemment les méthodes d'entraînement (chaque mois). Ceci vaut également de force comme entretien de leur condition physique.
- Une alternance plus ou moins régulière des exercices d'entraînement contribue à éviter la monotonie et à maintenir la motivation.

Lors de la planification à court et à long terme de l'entraînement de force. Il faut penser que cet entraînement doit toujours être complété par un entraînement d'endurance et de mobilité et, si possible, par un entraînement des capacités de coordination.

9-1-Les adaptations à court terme aux exercices de force :

Les exercices de force sont toujours réalisés de façon intermittente, ou une séquence d'actions musculaires concentriques et excentriques est répétée 2 à 6 fois pour de très lourdes charges et 10 à 12 fois (12 répétitions maximales) pour les charges représentant 70% de la charge maximale d'une seule répétition (1RM). Les périodes de récupération sont de 5 minutes pour les séries de 2 à 6 RM et de 2 minutes seulement entre les séries de 12 répétitions (12RM).

Un circuit d'entraînement de force (dit entraînement de « musculation » dans le langage sportif) est généralement composé d'une douzaine d'exercices différentes pouvant s'adresser aux musculaires agonistes d'un seul membre ou de plusieurs membres.

Dans une séance d'entraînement, les bodybuilder travaillent une seule segment à la fois (bras, jambe, cuisse, tronc). La consommation d'oxygène mesurée lors d'exercices de squats ou à la presse mobilisant des groupes musculaires importantes, est de 50 à 60 % de la consommation maximale d'oxygène ($VO_{2\text{ max}}$) quel que soit le niveau d'entraînement (les charges étant différentes en fonction du niveau d'entraînement) (Tesch, 1987 ; Tesch et al, 1990).

Dans le cas d'exercices de bras comme les développés-couchés, on peut estimer la consommation d'oxygène à seulement 30-40% de $VO_2 \text{ max.}$ en dépit de cette faible consommation d'oxygène, la majeure partie des ressources énergétiques est utilisée pour faire face à une charge importante. En effet, il est possible qu'un exercice de force puisse être réalisé avec l'ATP disponible les réserves de créatine-phosphate (Keul et al., 1978) à condition que le nombre de répétition ne dépasse pas 5 à 6 et que les délais de récupération soient suffisamment longs, au moins 3 minutes, eu égard au demi-temps de récupération de la Phosphocréatine. Les exercices de 10 RM, avec de faibles charges et un nombre de répétitions important (en série de 10 répétitions au moins) sont généralement séparés par de courtes durées de récupération (moins de 2 minutes).

Ce type d'entraînement de l'endurance de la force (capacité à répéter un pourcentage important de la force maximale c'est-à-dire 70% de 1RM, cf.

Sollicite davantage le métabolisme glycolique et oxydatif. C'est pourquoi la lactatémie est plus élevée dans ce type d'exercice que dans ceux faisant appel à de lourdes charges (>85% de 1RM) ne pouvant être soulevées que 5 fois de suite (Kraemer et al., 1987). L'influence propre du métabolisme sollicité sur les adaptations concernant la masse et la force musculaire n'est pas connue (Tesch, 1992). Une force inférieure à 20% de la force isométrique maximale volontaire peut être soutenue par le seul recrutement des fibres musculaires de type I (oxydatives lentes) (Gollnick et al., 1974).

Pour produire des forces plus importantes, les unités à contraction rapide sont mises en jeu ainsi qu'en témoigne la baisse de glycogène intramusculaire proportionnelle à la force développée. En effet, Tesch et al. (1986) ont observé une plus grande déplétion en glycogène des fibres rapides par rapport aux fibres lentes après avoir effectué un exercice de 20 séries de 6 à 12 répétition maximales d'exercices de quadriceps (sollicitant respectivement 83% et 68% d'une répétition maximale de 1RM). (Tesch, 1992). En effet, à l'arrêt de l'exercice, aucune fibre musculaire de type lent n'était déplétée en glycogène alors que 15% des fibres rapides l'étaient. Ce fait peut avoir une incidence sur la capacité de s'entraîner tous les jours avec des charges lourdes, tout au moins pour des exercices s'adressant au même groupe musculaire.

10-Entraînement de force chez les enfants et les adolescents :

Lors du développement des performances physiques dans l'enfance et l'adolescence, le facteur force a également son importance, parce que les enfants en âge de scolarité présentent

son importance assez souvent une faiblesse posturale, due à une musculature insuffisamment développée au niveau du tronc, des épaules et des hanches.

L'entraînement de la force est possible dans toutes les classes d'âge. Jusqu'à la puberté, il n'y a pratiquement aucune différence entre garçons et filles quant à la masse musculaire et à la force musculaire.

La proportion de la musculature par rapport au poids corporel total est de 27%. La transformation hormonale pubertaire fait que la masse musculaire augmente jusqu'à 42% environ chez le garçon, et 36% chez la fille. La musculature ne subit pratiquement pas de lésion, même lors d'un entraînement de force excessif, protégée qu'elle est par la fatigue qui se manifeste ; mais l'appareil locomoteur passif en subit les répercussions. La résistance osseuse, moins bonne au cours de la croissance qu'à l'âge adulte, de même que celle du cartilage, des ligaments et des tendons, fixe les limites de l'intensité et de la durée d'un entraînement de force. L'adaptation à des efforts plus importants de l'appareil locomoteur passif prend des semaines, alors que la musculature est capable de réagir en très peu de temps à des stimuli d'entraînement par des modifications fonctionnelles et morphologiques. De même, le temps de récupération de l'appareil locomoteur passif est nettement plus long que celui de la musculature. Pour prévenir les lésions de l'appareil locomoteur sous l'effet de l'entraînement trop spécifique. La musculature doit être renforcée le plus globalement possible dans cette classe d'âge. L'entraînement doit surtout avoir le caractère de la force vitesse.

A l'âge préscolaire, un entraînement de force en soi n'a pas de sens. Si les enfants peuvent dépenser toute leur énergie, la musculature et l'appareil locomoteur passif sont soumis à suffisamment de stimuli pour se développer.

A l'âge scolaire, il faut diriger cette dépense d'énergie de manière à renforcer l'ensemble de la musculature, et tout spécialement la musculature posturale, par un entraînement dynamique. En fin de scolarité, il est possible de passer aux exercices systématiques avec poids du corps et petits lests.

Au cours de la puberté, la sécrétion de testostérone provoque une poussée à la croissance et l'effet anabolisant de cette hormone réalise des conditions propices au développement de la force. La croissance rapide en longueur abaisse passagèrement la résistance de l'appareil locomoteur passif, la colonne vertébrale surtout. Il faut justement tenir compte de ce fait, malgré l'amélioration des possibilités d'entraînement de la musculature. On préfère pour cette

phase de développement les exercices de force avec poids du corps et efforts minimes au niveau de la colonne vertébrale.

Pendant l'adolescence, l'entraînement est semblable à celui de l'adulte. L'augmentation de l'effort se fait en continu sur toute l'étendue de l'entraînement et, seulement plus tard, par une augmentation de l'intensité.

10-1-Les finalités de l'entraînement de la force chez les jeunes footballeurs :

- 1. Protection squelette -Prophylaxie
- 2. •Gainage-Verrouillage articulaire
- 3. •Puissance et explosivité
- 4. •Masse et quantité de mouvement
- 5. •Technique gestuelle

Adapter la formation des jeunes joueurs :

- 1. C'est une force «en mouvement» et en déséquilibre.
- 2. C'est une force «complexe» qui est développée par plusieurs chaînes musculaires à la fois (avec parfois des actions opposées)
- 3. C'est une force «Adaptative» (cf. F. Aubert, Tours 2001).

Revoir l'analyse de la tâche sous l'angle de l'enchaînement des tâches, de la complexité et du contrôle moteur.(**Hypertrophie, endurance, puissance, explosivité**)

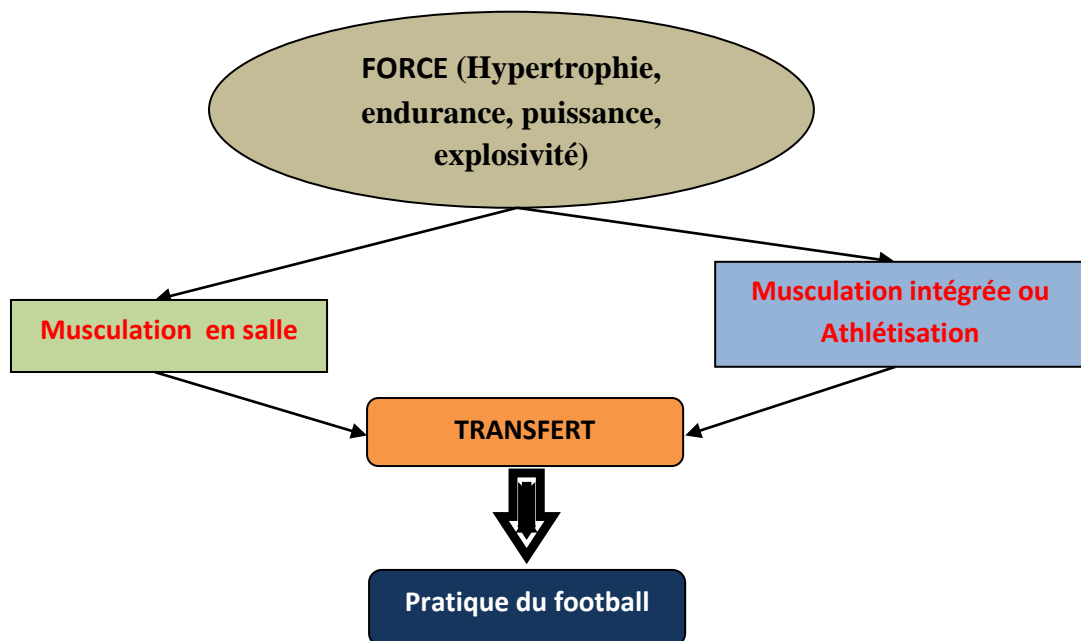


Schéma représentant le transfert de la musculation vers la pratique du football

11-Effets de l'entraînement sur la typologie musculaire :

Peut-on transformer une fibre rapide en fibre lente ? Les innervations croisées expérimentales le permettent mais-à moins d'entrevoir le scénario catastrophe d'un film de science-fiction-il n'est pas possible de transformer un marathonien en sprinter par un changement de ses motoneurones !

Plus sérieusement, les chercheurs restent divisés sur la question des modifications possibles par l'entraînement physique, même soutenu. Plusieurs études rapportent en effet que l'entraînement en endurance ne transforme pas en les fibres rapides en fibres lentes (Goll Nick, 1985 ; Hoppeler, 1986). Cependant, les différentes iso formes de la myosine, ont montré que la stimulation électrique chronique du muscle, associée à un entraînement intense, modifiait la typologie musculaire (pette et Staron, 1990).

Ces nouvelles techniques d'analyse des fibres musculaires mettent en évidence que le muscle est « plastique », se modifiant par l'augmentation de l'activité physique (voir encadré 6).

Nous rediscuterons en détail les effets de l'entraînement sur le muscle dans le dernier chapitre concernant les méthodes d'entraînement et leurs effets sur les fonctions physiologiques, puisque tel est l'objectif de cet ouvrage : la compréhension des possibles modifications selon les stimuli choisis.

11-1-Fatigue musculaire et adaptations à l'exercice :

Deux aspects fondamentaux de cette question de l'adaptation du muscle à l'entraînement coexistent savoir si le muscle augmente la taille de ses fibres (« hypertrophie ») ou si augmente le nombre de ses adaptations histochimiques et biochimique du muscle à l'exercice, à court et à long terme.

11-2-Hypertrophie ou hyperplasie :

Le muscle squelettique est un tissu dynamique qui à une très forte capacité d'adaptation à la fois anatomique et physiologique à une grande variété de demandes fonctionnelles (notion de « plasticité musculaire »). Il est en effet connu que, lorsque les intensités d'exercice qui dépasse 6-70% de leur force maximale, un phénomène d'adaptation chronique apparait qui a pour effet une augmentation de la force et de la taille du muscle entier (sa section transversale augmentant). Les deux aspects de cette adaptation (force et diamètre) sont effectivement corrélés. Théoriquement, une augmentation de la taille musculaire peut être due à une augmentation du nombre de fibre et/ou des tissus conjonctifs interstitiels séparant chaque fibre musculaire (Mac Dougall, 1992). En effet, de nombreux auteurs ont montré que

l'accroissement de la taille des fibres musculaires, apparaissait sous l'effet d'un entraînement de force (MacDougall al., 1979 ; McDonagh et Davis, 1984 ; Tesch, 1987).

Bien que nous sachions que l'augmentation du nombre de fibres musculaires est la principale responsable du développement musculaire jusqu'à la première enfance (3ans) (Golspink, 1974), la possibilité que ce processus pourrait également intervenir lors d'un entraînement de force sur les tissus conjonctifs séparant chaque fibre musculaire. Mais ces tissus ne représentant qu'une petite proportion du volume musculaire total, leur contribution à l'augmentation de celui-ci ne peut être que modeste. Plusieurs protocoles expérimentaux ont été utilisés pour stimuler une hypertrophie musculaire, notamment sur des modèles animaux auxquels ont fait subir des ablations, ténotomie (section d'un tendon) et autre dénervation des muscles (Gollnick, 1981).

Des étirements passifs ont répétitifs ont été également appliqués à des fibres musculaires isolées ou à des muscles entiers (Alway, 1989). L'entraînement de force à base d'exercice dit « de musculation » (de 3 à 30RD) a également été utilisé pour provoquer l'hypertrophie musculaire. Nous allons donc considérer ce qui concerne plus particulièrement l'entraîneur, le sportif et l'éducateur physique, à savoir les effets d'un entraînement de la force.

12-La pliométrie :

Le mouvement pliométrique est basé sur la contraction réflexe des fibres musculaires qui provient de la tension exercée sur ces mêmes fibres, lors desquelles risquent de subir une extension excessive ou une déchirure les récepteurs réflexes transmettent des impulsions nerveuses proprioceptives à la moelle épinière. Pour terminer l'arc réflexe, la moelle épinière renvoie des impulsions à ces récepteurs, ce qui entraîne une contraction puissante, sans que les fibres musculaires s'étirent au-delà de leur seuil de tolérance.

Les exercices pliométriques font appel à ces mécanismes nerveux complexes. L'entraînement pliométrique provoque des changements musculaires et nerveux qui facilitent et améliorent l'exécution des mouvements plus rapides et plus puissants. Les muscles comportent des éléments contractiles, les fibres, mais aussi des éléments non contractiles ; appelés (composant élastiques en série). L'étirement de l'élément élastique au cours de la contraction produit une énergie élastique similaire à celle d'un ressort comprimé. Qui augmente l'énergie libérée par les fibres musculaires. La sollicitation des propriétés élastiques du muscle joue un rôle primordial dans l'exécution des mouvements pliométriques. Lorsque le muscle est étiré rapidement, l'élément élastique l'est également et il accumule une quantité

d'énergie qui dépend de la vitesse de l'étirement. la récupération de cette énergie accumulée a lieu pendant la phase concentrique de la contraction (raccourcissement musculaire pour surmonter la résistance extérieure) que déclenche le réflexe myotatique. (T.O.BOMPA, 2007)

Dans l'entraînement pliométrique, un muscle se contractera avec plus de force et de rapidité à partir d'une position de pré-étirement. Plus l'étirement préalable est rapide, plus la contraction concentrique sera puissante.

Il est indispensable d'employer une technique correcte. Veuillez à ce que l'athlète se réceptionne en position de pré-étirement (jambe et bras fléchis). La contraction concentrique doit commencer immédiatement après l'achèvement de la phase d'étirement préalable, avec une transition douce, continue et plus possible.

Le saut demande une grande force pour projeter toute masse corporelle vers le haut. Pour quitter le sol, les athlètes doivent être capables de fléchir et d'étirer les membres très rapidement. Cette action rapide fournit la puissance très nécessaire à l'exécution d'exercices pliométriques.

Du point de vue de la mécanique quand le pied d'appel frappe le sol, il faut abaisser le centre de gravité pour créer une vitesse descendante. Pendant cette (phase d'amortissement) « appelée aussi phase freinage », qui représente une composante importante de toutes les activités de saut, les athlètes se préparent à changer de direction. Une longue phase d'amortissement est à l'origine d'une perte de puissance. Par exemple si un sauteur en loger ne frappe pas le sol correctement avec son pied d'appel, il en résultera une diminution de la vitesse verticale et horizontale nécessaire à la propulsion du corps en avant. Les athlètes qui travaillent le saut doivent s'efforcer de réduire et d'accélérer la phase d'amortissement .Plus est courte , plus la contraction concentrique sera puissante si le muscle a été préalablement étiré pendant la phase excentrique ou d'amortissement (Bosco et Komi 1980). Cette action est possible grâce à la récupération et à l'emploi de toute l'énergie accumulée dans les éléments élastiques du muscle pendant l'étirement.(T.O.BOMPA, 2007)

L'analyse de chaque composante biomécanique du saut permet d'améliorer ce type de mouvement. Par exemple pour faire progresser un sauteur en hauteur, supprimer la phase de flexion profonde du genou et réduisez l'intervalle de temps entre les contractions excentrique et concentrique.

Ainsi, les propriétés élastiques du muscle seront sollicitées plus efficacement.

Tout d'abord, les sauteurs doivent abaisser leur centre de gravité pour engendrer une vitesse vers le bas, Ensuite, il leur faut générer des forces pour s'opposer au mouvement descendant (phase d'amortissement) et se préparer à la phase de poussé vers le haut. N'oubliez pas que la force est le produit de la masse et de l'accélération ($F = m \times a$).

La décélération rapide du corps et la diminution de la phase d'amortissement requièrent une force supérieure. Une deuxième équation dérive de ce principe :

$$\text{Force moyenne d'amortissement} = \frac{\text{masse du corps} \times \text{changement de vitesse}}{\text{Temps d'amortissement}}$$

Cette équation montre que la réduction du temps d'amortissement exige la production d'une plus grande force. Dans le cas contraire, la phase d'amortissement, moins efficace, s'accompagnera d'une perte de vitesse horizontale due à une diminution de la puissance la contraction excentrique.

L'équation indique aussi l'importance de maintenir un faible taux de graisse corporelle et un rapport élevé de puissance-poids. Un gain de masse corporelle demande une force moyenne d'amortissement encore plus grande l'augmentation de la vitesse vers le bas à l'impacte requière un accroissement de la force moyenne générée pendant la phase d'amortissement. Par exemple, quand un sauteur en longueur ou en hauteur baisse son centre de gravité avant l'appel, il réduit l'impacte des forces.

L'ensemble du corps doit être utilisé efficacement pour maximiser la capacité de saut. L'accélération vers le haut des membres libres (le bras) après la phase d'amortissement permet d'augmenter les forces verticales placées sur la jambe d'appel. Par exemple, le triple saut exige l'exercice d'une force maximale équivalente à quatre à six fois le poids du corps pour compenser l'incapacité abaissée le centre de gravité pendant la phase qui demande plus de hauteur, c'est à dire le saut à cloche pied sur la planche d'appel. Au saut en longueur, le mouvement du corps juste avant l'appel est plus facile. L'appel ne pourra être efficace qu'à condition d'appliquer de grande force au moment de l'impacte et de réduire et d'accélérer la phase d'amortissement

On peut classer les exercices pliométrique en deux groupes principaux qui réduisent leur degrés d'impacte sur le système neuromusculaire. Les exercices à l'impacte faible comprennent les sautilllements ; les sauts à la corde, les petits sauts à cloche pied et foulées bondissantes, les sauts par-dessus une corde ou de petit ban (25 à 35 cm), les lancés de médecine balle (2 à 4 kilo), le travail avec les tubes et les lancés d'instruments légers, (comme une balle de base-ball). Les exercices à l'impacte élevé incluent le saut en longueur et le triple saut sans élan, les foulées bondissantes et les sauts à cloche pied avec d'avantage de hauteur et de longueur, les sauts par-dessus une corde ou de grand bancs (35 cm ou plus), les lancers de médecine balle (5 à 6 kilo), les lancers d'instruments lourds, les sauts en contre bas, les sauts réactive te la tension musculaire (choc provoquée par des machines).

D'un point de vu plus pratique, les exercices pliométrique peuvent être classés en 5 niveaux d'intensité (voir tableau 10.6). Utilisez cette classification pour planifier une meilleure alternance de l'effort d'entraînement pendant toute la semaine. Les nombre de répétitions et les séries proposées dans le tableau 10.6 sont destinés aux athlètes avancés. Résistez à la tentation de les utiliser pour les débutants ou les athlètes qui manquent d'expérience de l'entraînement sportif et ou /de la force.

Avant d'intégrer les exercices pliométriques dans un programme d'entraînement, tenez toujours compte des facteurs suivant :

- Age et développement physique de l'athlète
- Techniques relatives à l'exécution pliométrique
- Facteur principaux de la performance sportive
- Exigence énergétique du sport
- Phase spécifique du plan annuel
- Besoin de respecter une progression méthodique sur une longue période (02 à 04 ans) : exercice à faible impacte (niveau 05 et 06 du tableau 5.6), bond simple (niveau 3), et exercice à l'impacte élevé (niveau 02 et 01).

1	Tension choc saut réactif Hauteur >60 cm	Maximale	8-5 x 10-20	120-150	8-10 minutes
2	Saut en contrebas 80-120 cm	Très élevé	5-15 x 5-15	75-150	5-7 minutes
3	Bond • A deux pieds • A un pied	Soumaximale	3-25 x 5-15	50-250	3-5 minutes
4	Saut réactif 20-50 cm	Moyenne	10-25 x 10-25	150-250	3-5 minutes
5	Lancer/saut faible impact • Sur place • instruments	faible	10-30 x 10-15	50-300	2-3 minutes

12-1-Application de l'entraînement de la puissance aux spécificités sportives :

La puissance n'est plus une quantité unique qui satisfait aux demandes de tous les sports ou épreuves. Il faut la développer de façon à ce qu'elle réponde aux exigences particulières du sport, de l'épreuve ou de la position dans une équipe. Pour mieux illustrer le besoin d'appliquer la puissance aux spécificités sportives, cette partie présente des exemples qui font autorité en la matière. Il est également possible d'utiliser de nombreux éléments des méthodes d'entraînement de la puissance décrites précédemment. Les points suivants expliquent d'avantage les raisons pour lesquelles il est nécessaire d'améliorer la puissance en fonction des facteurs de la performance dans chaque sport, épreuve ou technique.

12-2-Puissance de départ

La puissance de départ est une qualité indispensable et souvent déterminante dans les sports où le résultat final dépend de la vitesse initiale de l'action (boxe, karaté, escrime, départ au sprint ou début d'une accélération offensive d'une position debout dans les sports d'équipe)

L'exécution d'un mouvement initial explosif implique le recrutement du plus grand nombre possible de fibres FT, caractéristique physiologique fondamentale de la réussite des performances.

Au sprint, le départ s'effectue avec les muscles dans une position de pré-étirement (les deux genoux fléchis), à partir de laquelle ils peuvent générer davantage de puissance que lorsqu'ils sont relâchés ou raccourcis. Dans cette position, les éléments élastiques des muscles accumulent de l'énergie cinétique qui agit comme un ressort au son du pistolet. La puissance utilisée par les athlètes de niveau national est très élevée au départ : 132 kg pour la jambe avant et 102 kg pour la jambe arrière. Plus la puissance initiale est importante, plus le départ est explosif et rapide.

En boxe et dans les arts martiaux, la rapidité et la puissance de départ d'une technique offensive empêchent l'adversaire d'effectuer une action défensive efficace. La composante réactive et élastique du muscle joue un rôle capital dans l'accomplissement de mouvements rapides et de départs puissants. Pendant la phase de conversion, la spécificité de l'entraînement de la puissance permet d'améliorer le réflexe extensif du muscle et d'augmenter la puissance des fibres FT.

La composante élastique et réactive du muscle, élément décisif de la rapidité et de la puissance d'une action initiale, est entraînable avec les exercices isotoniques, balistiques, et surtout max ex et pliométriques, que l'on peut effectuer dans une série de mouvements répétitifs ou séparément. Dans le deuxième cas, les exercices d'une série sont accomplis un par un, afin que l'athlète ait le temps de se concentrer suffisamment pour réussir l'action la plus explosive possible.

Dans ces conditions, il peut mobiliser un grand nombre de fibres FT, et donc exécuter l'action avec le maximum de puissance.

13-Le gainage :

Cette notion est un point fondamental dans tous les sports et notamment en musculation. Par l'action de gainage, la transmission des forces est optimisée et votre corps est protégé. En effet, la force est issue des zones centrales à forte puissance, les hanches (bassin) étant la plus puissante. La ceinture scapulaire (épaules), les cuisses et le tronc sont également mis en jeu. Une fois produite, cette force est transmise vers les extrémités. Il est alors indispensable pour

aboutir à un mouvement puissant que la transmission de la force vers les autres segments soit efficace. Ainsi, avec le gainage, cette dernière peut aller du centre de production aux extrémités, là où elle va s'exprimer. (Michel Gaillaud, 2010)

13-1-L'exécution du gainage :

Le gainage est composé de l'action commune de divers groupes musculaires. Toutefois, il est important de savoir ce qu'il faut gagner car vous pouvez parfaitement gagner vos épaules et pas votre tronc, ou inversement. Cela dépendra donc des mouvements.

La stabilisation du centre du corps étant fondamentale, nous aborderons ici le gainage du bassin (hanches) et du buste (tronc), indispensables lors des mouvements complets tels que le squat, le soulevé de terre, les fentes, mouvements haltérophiles mais aussi tous ceux qui mobiliseront vos bras/épaules (tirages, développés, poussés).

Étant relié à la colonne vertébrale par le plateau sacré, le bassin est un élément important de la stabilisation de votre colonne. Ainsi, dans vos placements, il vous faudra toujours veiller à conserver la position naturelle de la colonne par rapport à votre bassin mais aussi de votre tête par rapport à votre colonne.



Images du gainage

13-2-Musculation et gainage du bassin (hanche) :

1. En ouverture de hanche (extension), tel que le demandent la phase finale du soulevé de terre, du squat, des fentes et les mouvements effectués debout (développé, etc.) : maintenir le bassin en position neutre par une contraction prononcée des fessiers et des abdos !
2. En fermeture de hanche (flexion), tel que le demandent le départ du soulevé de terre, du squat, fentes, les tirages haltérophiles : basculer son bassin en antéversion par une contraction des muscles lombaires (cambrier) tout en serrant les abdos afin de le stabiliser.

13-3-Musculation et gainage du buste (tronc) :

1. Contracter les muscles spinaux de bas en haut de la colonne par une extension contrôlée de celle-ci.

2. Contracter vos abdominaux afin d'équilibrer les pressions (dorso-lombaires vs abdominaux).
3. Contrôler l'extension et veiller à ne pas être en hyper-extension. En effet, on a très souvent tendance à ne pas suffisamment équilibrer les tensions et se laisser aller à l'hyper extension.

Conclusion :

Le but de ce chapitre n'est pas d'apporter des éléments sur la méthodologie de l'entraînement, mais de présenter des données sur les effets biologiques d'un programme d'entraînement, c'est-à-dire d'un type d'exercice réalisé de façon chronique sur plusieurs jours ou plusieurs semaines. Par souci de clarté, nous différencierons un entraînement en force (musculation), en résistance (type coureur de 400 m) ou en endurance :

Donc par nécessité schématique car un programme de préparation physique est le plus souvent un mélange de tous ces exercices... et de bien d'autres.

De plus, il existe pour chaque entraînement une multitude de combinaisons possibles. On peut d'ailleurs définir quelques éléments pour caractériser un entraînement :

- Type d'exercice : quelle masse musculaire est impliquée ? les contractions sont-elles isométriques ou dynamiques, etc. ;
- Intensité, exprimé selon les cas en pourcentage de la vitesse ou de la charge maximale ou bien en pourcentage de VO_{2max} ;
- Durée : nombre de séries, de répétitions ou bien combien d'heures, minutes, secondes ;
- Continu ou intermittent ? et s'il s'agit de travail intermittent, durée et nature de la récupération entre les séries et les répétitions.

La grande diversité de combinaisons possibles qui en résulte explique pour quoi on trouve parfois des contradictions dans les études scientifiques portant sur les effets de l'entraînement sur tel ou tel paramètres biologique. La taille du muscle n'explique pas à elle seule force mais elle y contribue très largement

Un programme de musculation augmente la section transversale du muscle : c'est ce que l'on nomme l'hypertrophie. On estime que les fibres de type II sont davantage sensible à l'hypertrophie... à condition de les solliciter lors de l'entraînement. Pour cela, dans un programme de musculation classique de type concentrique ou isométrique.

1-Introduction :

L'importance de toute recherche ou étude consiste dans son cadre pratique, sans négliger le cadre et l'approche théorique de cette recherche, qui contribue sans aucun doute à comprendre les orientations et les fondements scientifiques de la recherche, et a quoi espère le chercheur.

Car l'aspect pratique de notre étude nous mènera à confirmer ou à infirmer les hypothèses mises en place, cependant, il faut respecter certaines démarches méthodologiques et scientifiques dans l'élaboration de cette étude à savoir les outils qui nous guideront tout au long de notre étude, en commençant par le choix de la méthode appropriée à cette recherche ainsi que les tests qui nous permettront d'évaluer le degré de progression de notre travail sur le terrain. Les outils de récolte des informations nécessaires, sans omettre les moyens statistiques appropriés pour arriver enfin à des résultats significatifs et précis susceptibles de répondre à notre problématique.

Dans ce chapitre nous allons essayer de développer plus amplement l'expérimentation que nous avons menée sur le terrain ainsi que la méthode et les outils qui nous ont permis de consolider notre approche et les difficultés rencontrées durant cette étude, dans cette partie nous allons procéder à l'élaboration de l'expérimentation qui nous permettra de vérifier la validité des hypothèses émises précédemment dans un premier chapitre.

2-La méthode de recherche :

Pour la concrétisation de notre recherche, on a vu nécessaire d'utiliser la méthode expérimentale afin de répondre à nos interrogations initiales ; car (DURET, LEXIQUE THEMATIQUE en sciences et techniques des activités physiques et sportives, : , 2004). définissent l'expérimentation comme : "La mise à l'épreuve empirique de façon méthodique, d'une hypothèse théorique. L'élaboration d'une hypothèse scientifique est basée sur la puissance de simulation des modèles (LESSARD-HEBERT.M, 1997), les chercheurs font fonctionner leurs modèles de manière formelle, et peuvent ainsi avancer des prédictions quant au fonctionnement réel de leur objet. une hypothèse est une proposition déduite d'une théorie scientifique, susceptible d'être validée par expérimentation, cette dernière consistera à vérifier que les phénomènes observés correspondent aux prédictions issues des simulations réalisées à partir du modèle." (DURET, 2004)

Pour la réalisation de notre étude, il était préférable de mettre en place un protocole concret et réalisable sur le terrain, car dans le domaine de l'entraînement sportif les études théoriques on prouver leurs limites, c'est pour cette raison qu'on a vu nécessaire d'utiliser la **méthode expérimentale** afin de répondre aux interrogations liées à notre recherche.

3-Tâches de la recherche :

Conformément aux buts de la recherche, on s'est imposé d'accomplir les tâches suivantes :

- 1) analyse de particularités de l'entraînement dynamique au sein du groupe expérimental.
- 2) Déterminer l'efficacité de cette méthode sur l'amélioration des paramètres de la force ou qualités musculaires.les types musculaires (references)
- 3) Comparer les résultats du groupe 1 et 2.

4-Population de la recherche :

Douze jeunes footballeurs ont étaient suivis pendant 8 semaines (groupe expérimentale), on bénéficiés en plus de leur entrainements hebdomadaire de deux séances de musculation intégrée d'une durée de 45 minutes, l'autre groupe (groupe témoin ou groupe contrôle) on suivi un programme sans séances de musculation intégrée c'est-à-dire un entraînement ordinaire.

Pour réaliser cette étude, j'ai pris contacts avec les entraineurs et les dirigeants du club, c'est un choix prémédité, ou il s'est porter sur une population de joueurs issu de la catégorie de moins de 18 ans, dont le nombre est de 24 joueurs repartit comme suit :

Club	Echantillons	Nombre
W.A.Mostaganem.	Expérimentale	12
W.A.Mostaganem.	Témoin	12
	TOTAL	24

Les groupes choisis pour cette étude :

Groupe expérimental : 12 joueurs U-18 du W.A.Mostaganem, "GROUPE EXPERIMENTALE" dons j'avais la responsabilité d'entraîner durant tout le temps de l'expérimentation, c'est-à-dire 8 semaines.

Groupe témoin : 12 joueurs U-18 du W.A. Mostaganem, "GROUPE TEMION" que l'entraîneur responsable de l'équipe prenne en charge séparément du groupe expérimentale.

5-les facteurs spatio-temporels de l'étude :

Pour la réalisation de cette étude, le chercheur s'est limité à :

1-Le facteur temps : notre étude s'est étalée sur la période du 29/08/2014 au 05/09/2014 pour l'étude préliminaire, et du 23/09/2014 au 25/11/2014 pour l'étude principale.

2- Le facteur espace : l'étude expérimentale s'est déroulée exclusivement dans la wilaya de Mostaganem, et plus précisément à l'OPOW et au complexe de l'institut d'éducation physique et sportive de Mostaganem (I.E.P.S), où je dispose de tout le matériel et l'infrastructure nécessaire à la réalisation de mon expérimentation.

3- Le facteur humain : le chercheur s'est basé dans cette étude sur une population de joueurs âgés de moins de 18 ans (groupe témoin et groupe expérimental) qui évoluent respectivement au W.A.M. ainsi que mes collaborateurs qui m'ont aidé dans l'exécution des tests, en particulier Mr. TOUATI A.E.K, entraîneur de cette catégorie, ainsi que Mr. Le président de jeunes du WAM et Mr. Ammeur Mustapha.

6-Identification des variables :

Dans la perspective de réaliser une étude scientifique digne de ce nom, le chercheur est amené à identifier les différentes variantes qui constituent cette thèse.

a-Variable indépendante (explicative) :

C'est la variable dont on veut étudier l'influence de variation. Il s'agit de "la musculation intégrée" à travers une planification de l'entraînement dans la période d'avant saison.

b-Variable dépendante (à étudier) :

On peut l'identifier comme suit ; les paramètres de la force (force –vitesse, hypertrophie, puissance, explosivité, force-endurance..etc) sollicités à travers un programme d'entraînement planifié basé sur la musculation intégrée et en parallèle les paramètres technico-tactiques nécessaires à la pratique de football.

c- Les variables parasites :

Elles sont multiples, et en cas de négligences quelconque peut influencer les résultats obtenus lors des pré-tests et des post-tests ;

1. les mêmes séances d'entraînement hebdomadaire.
2. le même horaire d'entraînement.
3. le respect du protocole du déroulement des tests.

7-Justification du choix des tests :

Pour la réalisation de cette étude le chercheur a vu qu'il est primordial de choisir une batterie de tests qui après exécution nous permettrons d'avoir des données fiables et interprétables pour vérifier la véracité de nos hypothèses.

Pour mesurer l'efficacité de notre programme proposer dans l'élaboration de notre étude, il était nécessaire de choisir des outils de mesures adaptés a ce genre de recherche, ainsi les tests bien définis il sera plus facile d'analyser les résultats après.

Définition du test : "Epreuve définie impliquant une tâche à remplir, identique pour tous les sujets examinés avec une technique précise pour l'appréciation du succès ou de l'échec ou pour la notation numérique de la réussite." (MEDELLI, 2002).

Les tests de l'expérimentation sont :

1. Vitesse (20 m) sans Ballon(Sc).
2. Test de Sargent (Cm).
3. la chaise (mn)
4. Vitesse (20 m) avec ballon (Sc)
5. Test Navette 5+10+15... (30 Sc)
6. Vitesse (20m) sans Ballon et avec changement de direction (Sc)
7. Vitesse (20 m) avec Ballon et avec changement de direction (Sc)
8. Test du gainage (Mn)
9. Le demi-Cooper (6 mn).

La mesure de la force musculaire pose aujourd'hui encore un certain nombre de problèmes liés à la multitude d'appareils et de techniques de mesure disponibles et du petit nombre d'études publiées dans ce domaine.

Les innombrables dispositifs rencontrés un peu partout reposent sur des principes souvent très différents. Chacun de ces systèmes possède ses avantages et ses inconvénients en termes de fiabilité (précision des mesures), de validité (signification des valeurs mesurées) et de champs d'application. Il n'existe pas une seule méthode de mesure qui soit supérieure à toutes les autres sur ces trois plans à la fois, selon la question posée ou le but du test, il faudra choisir un type de test adapté. D'autre part, les facteurs extérieurs qui peuvent influencer la précision des mesures doivent être standardisés.

La première partie est destinée à donner un aperçu des techniques de diagnostic de la force et des différents tests de mesure proposés (tenant compte des spécificités du football). La seconde partie décrit en détails les procédures et interprétations des tests.

Dans une première étape, on a exposé une multitude de tests de mesure aux experts, composer de docteurs et d'enseignants au niveau de l'institut, ainsi qu'à plusieurs entraîneurs et éducateurs.

Dans une seconde étape, on a choisi les tests les plus adaptés aux exigences du terrain, dans le souci d'une efficacité optimale, ou la réalisation de ces tests permettra la récolte de données fiables et faciles à interpréter.

Description des tests :

La performance renvoie au comportement manifeste et actuel du sujet. **Famos**(1993) avance une définition plus contraignante de la notion : la performance est un résultat, produit de l'activité, perçu, mesuré et évalué par le pratiquant ou un observateur extérieur. Selon l'auteur, comportement et performance ne se superposent pas : le comportement produit plusieurs types de résultat, dont seulement certains seront perçus et doivent être situés sur l'échelle d'évaluation. (vitesse, précision esthétique des mouvements, risques, etc.) Enfin, pour accéder au statut de performance, le résultat perçu doit être situé sur l'échelle d'évaluation. La performance n'est pas le comportement lui-même, mais la traduction métrique d'une de ses dimensions.

1-vitesse (20 m) sans ballon (sc) : 20m départ fixe est un test intéressant, car la distance se rapproche fortement de la distance moyenne d'un sprint en match.

Description du test : d'une position debout, et au signal courir la distance de 20 mètres en un minimum de temps.

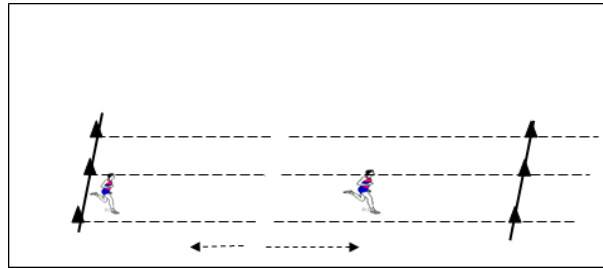


Figure N°01 : test de 20 m Vitesse

Objectif : évaluer la capacité à courir vite sur une distance courte .explosivité et vélocité.

Matériel et terrain :

1 chronomètre. .

Un couloir de 20m minimum : 20m pour la course et environ 10m pour la décélération, balisé aux extrémités (départ et arrivée).

Déroulement du test :

Départ : libre. Le chronomètre démarre lorsque le pied arrière du participant décolle du sol. Courir le plus vite possible sur 20m.

1 seul juge pour l'organisation, les explications et le chronomètre.

Résultat :

Indiquer le temps réalisé pour parcourir la distance.

2-test de Sargent (cm): L'épreuve consiste à atteindre en sautant a pieds joints le pont le plus élevé possible d'une échelle tracée sur le mur (moyenne de trois essais).on note la différence de hauteur entre ce point et celui atteint au repos bras tendu.

Ce test nous donne une idée assez précise de la puissance des membres inférieurs et fournis une précieuse indication a l'entraîneur. (TURPIN, 1998, p. 218.).

Objectif : Évaluer la détente verticale d'un sportif, et établir un indice de puissance des membres inférieurs dans la verticalité

Matériel et terrain : 1 surface de saut plane et rigide

1 bande de mesure, une règle, ou un bâton de mesure •

1 craie de couleur autre que celle du mur

Déroulement du test : 1. Le sportif s'enduit les doigts de craie

2. En se tenant droit, l'épaule à environ 15 cm du mur, les pieds bien à plat sur le sol, le sportif élève son bras dominant (celui qu'il utilisera lors du test) le plus haut possible et effectue une première marque de craie sur le mur.

3. Puis, sans changer de position, le sportif effectue immédiatement un contre-mouvement et saute le plus haut possible. À l'apogée du saut, le sportif touche une nouvelle fois le mur avec la même main.

4. La détente sèche en centimètres est alors l'écart (arrondi au cm prêt) entre les deux marques.

Résultat :

3 essais sont autorisés, le meilleur résultat des 3 essais est enregistré.

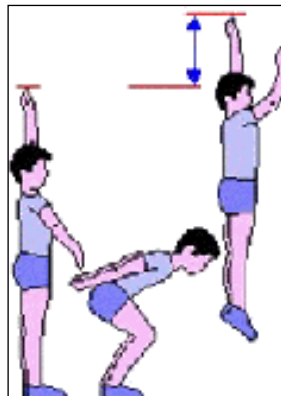


Figure N°02 : test de Sargent.

3-Test "La chaise" de Killy (mn) :

Ce test mesure la résistance de vos cuisses. Tête et dos adossés contre un mur, les bras tombants, **cuisses et jambes à angle droit**, vous devez tenir cette position le plus longtemps possible. La position finale est similaire à la forme d'une chaise. Les tremblements sont autorisés.

ce test de la chaise consiste à se placer dos au mur, pieds écartés de 20 centimètres, puis glisser en fléchissant les jambes de façon à obtenir un angle de 90° entre le tronc et la cuisse et entre la cuisse et la jambe. Il faut tenir le plus longtemps possible dans cette position

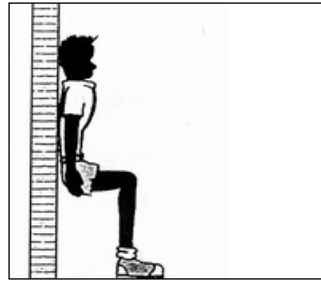


Figure N°03 : test de La Chaise

4-Vitesse (20 m) avec ballon (sc) :

Objectif du test :

Ce test nous permet de mesurer la vitesse de la course avec ballon, **explosivité et vélocité** avec ballon. Et la maîtrise du ballon en le conduisant en ligne droite, et en allant le plus vite possible de la porte A jusqu'à la porte B.

Déroulement du test :

Entre deux porte A et B, distantes de 20 m, le joueur effectue une conduite de balle.

Résultat :Le chronomètre est déclenché dès que le ballon est en mouvement depuis la ligne A et arrêté lorsque le joueur franchit la ligne B avec le ballon.

5-Test navette 5+10+15 en (30 sc) :

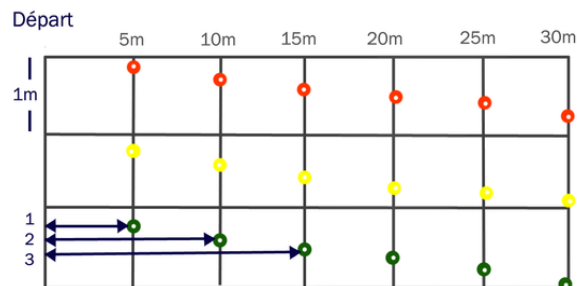


Figure N°04 : test de navette 5+10+15 en (30 sc)

Objectifs : Mesurer capacité à répéter des efforts.

Matériel nécessaire :

- 7 plots par participants
- 1 décamètre
- 1 chronomètre

Placer un plot au départ puis un plot tous les 5 mètres

Déroulement du test :

- Parcourir en aller/retour la plus grande distance possible.
- Pour le premier aller retour le participant ira du plot de départ au plot 1 (5 mètres) , pour le second du plot de départ au plot 2 (10 mètres) et ainsi de suite jusqu’au dernier plot (si vous arrivez jusque là ...). Une distance progressivement croissante, pendant 30 secondes. On doit être au maximum de sa vitesse. Intensité pour travail de la capacité puis de la puissance aérobie, travail anaérobie lactique.

Résultat :

La distance maximale parcourue (lors des 30 premières secondes) donne un indice de résistance (capacité maximale de déplacement).

6-Vitesse (20m) sans ballon et avec changement de direction (sc) :

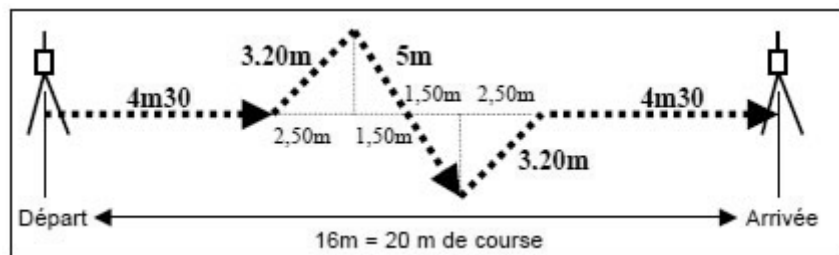


Figure N°05: test de Vitesse (20m) sans ballon et avec changement de direction

Objectif du test : puissance musculaire + coordination

Déroulement du test :

Idem que le test suivant, sauf qu’il faut l’exécuter sans ballon

Le test de Cazorla: Le joueur sprinte sur 20 m avec quatre changements de directions Le test de vitesse de Cazorla est spécifique à l’activité football. Il s’agit d’un test avec quatre changements de directions sur une distance de 20 m. Comme nous l’avons vu précédemment dans l’introduction, plus de 80% des sprints en football se font sur des distances inférieures à 20 mètres, ce qui est le cas pour ce test. Pour ce test, la course du joueur est représentée en pointillés sur le schéma. Ce test de Cazorla est également réalisé avec ballon. L’objectif étant toujours de réaliser la meilleure performance en termes de temps

Résultat : Le chronomètre est déclenché lorsque le sujet touche la ligne de départ et arrêté le sujet passe la ligne de l'arrivée. Le résultat est enregistré en secondes et dixièmes de secondes. Le sujet a droit à deux essais et on tient compte du meilleur.

7-Vitesse (20 m) avec ballon et avec changement de direction : L'épreuve de slalom avec ballon en huit, compte tenu de la vérité des taches motrices qu'elle manifeste, à savoir, la conduite de ballon, le contrôle de sa trajectoire et de sa vitesse de déplacement rapide du joueur et cinq changement de direction, fait d'elle une épreuve complexe rendant de la billetté motrice spécifique, sollicitant plusieurs capacités coordinatrices spécifiques. Pour **Akramov** (1990), le test du huit avec ballon est corrélé avec les actions motrices en jeu, de telle sorte que $R=0,57$ pour $p < 0,01$. **Malina** et al(2005) et **Malina** et al. (2007) utilise un test similaire (slalom sur une trajectoire sous forme de la lettre M, moitié de la trajectoire en huit mais seulement avec trois changement de direction, pour évaluer l'habileté spécifique du jeune footballeur. Ce test est un élément de base pour la sélection des jeunes footballeurs. Portugais (M%ALINA et al. 205, MALINA et AL 2007°. (ABDELMALEK, 2006/2007.)

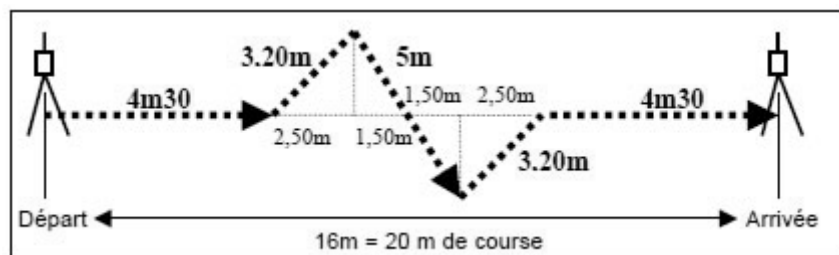


Figure N°06 : test de Vitesse (20m) avec ballon et avec changement de direction

Objectif de l'épreuve :

- Évaluation de l'habileté motrice spécifique en football : la capacité de dribble avec précision et rapidité.

Matériel

- Ballons
- Scones
- Chronomètre
- Sifflet

Description et déroulement de l'épreuve :

Quatre caunes sont placées sur les sommets des angles d'un carré de 10 mètres de coté. Le cinquième est placé au centre de carré, distant de 7,07 m de chaque cône.

Suite au signal, le sujet démarre avec le ballon du cône 4, le sujet effectue le chemin symétrique du premier, en contournant le cône 2, puis le cône 5 et revient au point de départ au cône 1

Résultat : Le chronomètre est déclenché lorsque le sujet touche le ballon posé sur la ligne de départ et arrêté le sujet passe la ligne de l'arrivée avec ballon. Le résultat est enregistré en secondes et dixièmes de secondes. Le sujet a droit à deux essais et on tient compte du meilleur.

8-test du gainage :

Objectif de l'épreuve : Test de tonicité musculaire du tronc

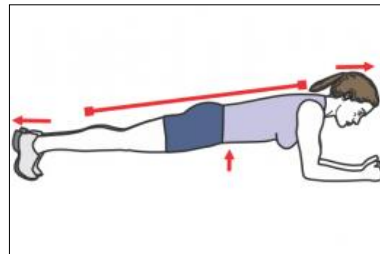


Figure N°07 : test du gainage

Déroulement de l'épreuve :

Il faut être en appui sur les avant-bras et la pointe des orteils, le tronc horizontal. Tenue isométrique en appui facial et avant bras au sol.

Résultat : tenir le plus longtemps possible.

9-le demi-Cooper (6 mn) : Consiste à parcourir la plus grande distance (alternance course-marche permise), pendant une durée déterminée (6 mn), VO₂ max appréciée à partir de la distance totale parcourue.

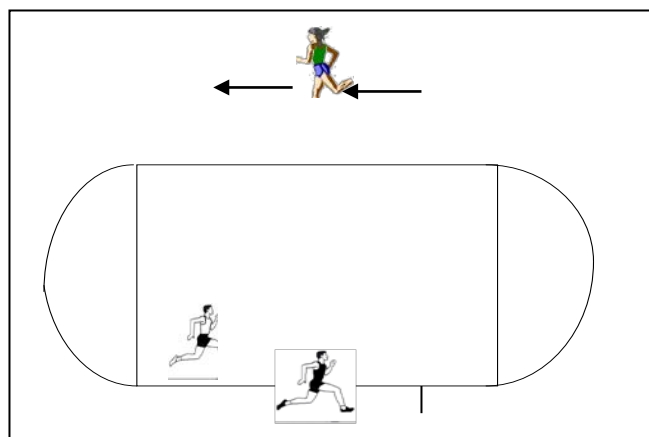


Figure N°08: test dedemi-Cooper (6 mn)

Objectif du test : Ce test donne un indice de la capacité aérobie des sujets.

Matériel et mise en place :

- une piste
- un chronomètre ou une montre.
- Un sifflet

Déroulement de l'épreuve :

- bien s'échauffer avant l'épreuve.
- La consigne est simple :
- Parcourir la plus grande distance possible en 6 minutes.

Ce test s'organise de la même façon que le Cooper. La seule différence réside dans la durée de l'épreuve qui a été divisée par 2

Résultat : La consigne est donc simple, parcourir la plus grande distance en 6 minutes

Pour aller plus loin :

- on peut faire une estimation de la VMA à partir de la formule suivante :

Distance parcourue en mètre/100=VMA.

8-l'étude préliminaire :

Pendant les premières investigations, nous avons pris contacts avec des entraîneurs de cette catégorie (U-18), et à travers les entretiens et les informations que j'ai pu récolter, ainsi que les observations des matchs que j'ai disputés autant qu'entraîneur contre ces mêmes éducateurs, il y avait un consensus total autour des problèmes qu'ils rencontrent dans l'accomplissement de leurs tâches dans la planification de séances de renforcement musculaire en salle avec le cout exorbitant des abonnements et l'indisponibilité des salle de musculation au sein même des stade de football, et sur le plan méthodologique et pédagogique, et sur le plan organisationnel.

Pour notre future étude nous avons prévus ;

- Le choix des tests appropriés pour la réalisation de notre étude.
- La disponibilité des outils nécessaires à la réalisation de l'expérience.
- Le choix des collaborateurs.
- La préparation des documents utiliser dans la récolte des donnés.

L'expérience préliminaire :

Dans la première étape, nous avons pris un échantillon composé de 08 joueurs qui ont le même profil que l'échantillon expérimentale, c'est à dire des U-18, qui évoluent dans la même division et qui s'entraînent dans des conditions identiques à toutes les équipes algériennes à savoir avec un entraîneur algérien avec un manque flagrant de terrains et de matériel pédagogique de renforcement musculaire nécessaire à un entraînement adéquat pour une formation efficace et durable.

On a réalisé les pré-tests programmés le 29-08-2014 et les post-tests, tels que on va les réaliser ultérieurement, dans les mêmes conditions (terrain, matériels, horaire, équipe de collaborateurs), et après une semaine d'entraînement on effectuera les pos-tests le 05-09-2014.

9--les bases scientifiques des outils utilisés :

L'évaluation performative correspond aux résultats des tests que l'on mesurera à la fin d'un programme d'entraînement établi à partir des tests d'évaluation conçus au préalable. Réalisés soit en laboratoire pour avoir des mesures directes, soit sur le terrain ou les estimations de résultats permettent des mesures indirectes, les tests et évaluations doivent nécessairement répondre aux impératifs suivants :

Les tests \ Les valeurs statistiques	"R" de Pearson calculée	Degrés de liberté DDL n-2	Seuil signification	"R" de Pearson du tableau	Signification statistique	La fidélité
Le demi-Cooper	0,88	10	0,05	0.49	significative	$\sqrt{0,88} = 0,93$
Vitesse 20 m sans ballon	0,84		0,05		significative	$\sqrt{0,84} = 0,91$
Test de Sargent	0,98		0,05		significative	$\sqrt{0,98} = 0,98$
La chaise	0,99		0,05		significative	$\sqrt{0,99} = 0,99$
Vitesse 20 m avec ballon	0,98		0,05		significative	$\sqrt{0,98} = 0,98$
Test navette (5+10+15...30 sc)	0,62		0,05		significative	$\sqrt{0,62} = 0,78$
20 m sans ballon et avec changement de direction	0,99		0,05		significative	$\sqrt{0,99} = 0,99$
20 m avec ballon et avec changement de direction	0,99		0,05		significative	$\sqrt{0,99} = 0,99$
Test de gainage	0,98		0,05		significative	$\sqrt{0,98} = 0,98$

Tableau N°(4) récapitulatif qui représente les bases scientifiques des tests utilisés

1- **Validité** : ce principe exprime le fait qu'un test doit avoir été expérimenté et validé pour être utilisé comme référence (par exemple le test de Cooper pour la VO₂max); toutefois le chercheur peut choisir le test qui correspond au mieux à l'échantillon à tester et peut mettre en place des tests spécifiques à sa discipline.

2- **Fidélité** : les conditions de tests doivent être identiques pour que les résultats soient comparables; dans le cas où le test serait reproduit le lendemain par exemple, les résultats (à la marge d'erreur près) devraient être identiques.

3- **Objectivité** : les résultats doivent être indépendants du “testeur” pour exprimer avec exactitude la réalité.

Dans cette étude, le chercheur a essayé d’être objectif dans toutes les étapes de l’étude, et pendant toute la durée de l’expérimentation, en commençant par le choix des échantillons ainsi que les résultats obtenus lors des tests.

La validité des tests

D’après ce tableau nous constatant que les valeurs obtenus durant ces tests, pour les paramètres physiques et les paramètres techniques étudiés, au seuil statistique 0.05 et d.d.l 07, avec un « R » calculer entre 0.96 et 0.97 est supérieur a « R » tableau= 0.66, on constate qu’il y a une différence significative, ce qui nous laisse dire que le degré de fiabilité des tests choisis pour

Cette étude nous permettra de les réaliser en toute sécurité dans la perspective d’obtenir des résultats valides.

La fidélité des tests :

Concernant ce tableau nous constatant que les valeurs obtenus durant ces tests, pour les paramètres physiques et les paramètres techniques étudiés, au seuil statistique 0.05 et d.d.l 07, avec un « R » calculer entre 0.94 et 0.98 est supérieur a « R » tableau= 0.66, on constate qu’il y a une différence significative, ce qui nous laisse dire que le degré de fidélité des tests choisis pour cette étude nous permettra de les réaliser en toute sécurité dans la perspective d’obtenir des résultats fideles et les tests doivent être identiques pour que les résultats soient comparables.

10-l’étude principale : ou déroulement de l’expérimentation

Nous avons souhaité réaliser cette expérience dans les conditions proches de la réalité de l’entraînement des jeunes footballeurs algériens, c’est-à-dire un cycle intégré dans la programmation annuelle d’entraînement, il nous a semblé être le seule moyen d’appréhender précisément les différentes facettes de notre problématique.

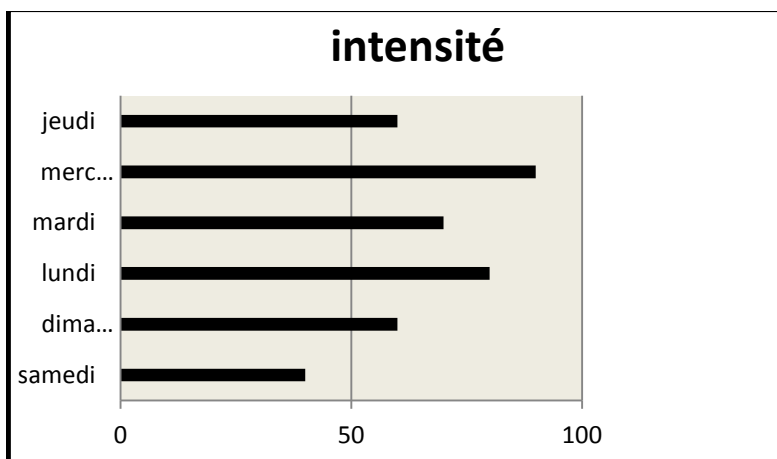
Le travail du terrain qu’on a effectué dans le cadre de cette étude à débiter en mois d’Août 2014 au sein de l’association ; W.A. Mostaganem, et qui a durer jusqu’au mois de Novembre de la même année, soit presque 4 mois en incluant les deux études c’est-a-dire l’étude

préliminaire et l'étude principale de 8 semaines de travail avec une moyenne de deux (2) séances en intégrant la musculation spécifique au football en plus des séances dites « ordinaires » par semaine.

Le microcycle d'entraînement:

	samedi	dimanche	lundi	Mardi	mercredi	jeudi	vendredi
8-10							
10-12							
15-17			Musculation intégrée		Musculation intégrée		
17-19	Entrainement ordinaire	Entrainement ordinaire		Entrainement ordinaire		Entrainement ordinaire	

Mais tout travail de terrain n'est chose aisée et peut avoir des paramètres incontrôlables et difficiles à maîtriser sur le plan technique et pédagogique, ce qui m'a motivé à intervenir chaque fois qu'il m'était permis pour amener les corrections nécessaires.



La mise en place de l'entraînement de la musculation intégrée :

La mise en place doit nécessairement permettre :

1. Une quantité de travail pour nos joueurs.
2. Une adaptation des exercices pour chacun.
3. Un temps maximal d'intervention individuelle de l'entraîneur.

Une bonne préparation matérielle de la séance est une condition initiale indispensable de réussite de notre travail. Les consignes d'organisation doivent nous libérer de tout problème d'organisation ultérieure. Des consignes d'organisation efficaces comprennent toujours des indications sur :

- La manière de démarrer un exercice.
- La manière de le finir.
- La sécurité.

Conduite des séances d'entraînement :

Notre séance doit reposer sur un petit nombre d'exercices clés.

Nos meilleures consignes seront toujours les plus brèves, simples, compréhensibles et les moins nombreux. (MARSEILLOU, 2003). La présentation d'un exercice comprend des consignes sur le but à atteindre et sur l'organisation de l'exercice (manière de démarrer et de terminer l'exercice).

En cas d'échec, valoriser l'adaptation et le soutien dans nos types d'intervention (et supprimer l'inhibition). et améliorez la qualité de tous les types d'intervention (explication, démonstration, questionnement, adaptation, soutien).

Pendant le bilan de séance, encourager nos joueurs à s'exprimer tout en conservant le fil directeur de notre bilan et valorisez les réussites.

Les étapes de la séance :

La prise en main :

Les principaux objectifs de la prise en main sont d'ordre informationnel :

- mobiliser l'attention des pratiquants.
- prendre les informations qui permettront de préserver leur intégrité physique, en tenant compte de leur état de forme et de leurs potentialités du moment.
- les motiver en expliquant le rapport parfois éloigné entre les exercices de préparation physique et la pratique sportive ciblée, pour cela, il s'agit de :
 - rassembler les pratiquants,
 - les interroger sur leur "état de forme" (récupération, blessures, etc).
 - rappeler l'essentiel du bilan de séance précédente.
 - annoncer les informations nouvelles.
 - présenter la séance (thème et objectif)

La mise en train ou échauffement :

Il s'agit de préparer les pratiquants à une activité de plus en plus spécifique au thème de la séance.

L'échauffement doit répondre à trois caractéristiques :

Au début, il doit être constitué de minimum d'exercices généraux, puis d'exercices de plus en plus spécifiques.

L'intensité de chaque exercice doit augmenter de façon progressive.

Il ne doit jamais être épuisant pour permettre la réalisation de la suite de la séance.

Ainsi, l'échauffement doit comprendre des exercices rassemblés en différentes sous-parties :

- Mise en train cardio-vasculaire (introduction des exercices avec ballon et quelques changements de rythmes et de direction).
 - Échauffement articulaire. (Proprioception, mises en pression successives)
 - Quelques étirements de courte durée sans chercher à assouplir
 - Mobilisations dynamiques d'intensité croissante.

La partie spécifique :

Elle ne comprend essentiellement que des exercices qui ont un rapport avec le ou les thèmes de la séance (des exercices de renforcement musculaire « les qualités de force », travail intégrant des combinaisons technico-tactiques au football).

Le choix des exercices et des consignes n'a de sens que par rapport aux objectifs visés. Ceux-ci doivent être définis en fonction du niveau de condition physique des pratiquants : donc adapter au maximum le volume et l'intensité du travail au niveau des jeunes joueurs.

Le choix des exercices doit se faire en gardant en mire l'objectif le plus important de notre expérimentation, c'est-à-dire la musculation intégrée et tout ce qui converge vers ce concept.

L'écoute des remarques des pratiquants au sujet de leurs sensations est essentielle pour adapter les exercices et éviter les blessures.

Le retour au calme :

Il s'agit d'abaisser le niveau de stimulation et de sollicitation. Cette partie doit comprendre : des exercices de récupération, un bilan de séance, le rangement du matériel et la douche qui devrait être prise le plus tôt possible après l'entraînement.

Evaluation des joueurs : savoir évaluer est un passage obligé de notre intervention.

Il faut d'abord savoir reconnaître la réussite à un exercice pour mieux savoir identifier les échecs et leurs causes.

Un repère de réussite ou d'échec est une information précise, observable par l'entraîneur et perceptible par le joueur permettant de contrôler un mouvement.

Régulation du travail : Réguler : c'est s'adapter et progresser en permanence, nous devons réguler à chaque fois que notre séance ne marche pas comme elle devrait, et analysez toujours notre activité (en volume-durée et en qualité) au regard de l'activité de nos joueurs.

Consignes pratiques :

L'accueil des joueurs : L'accueil, c'est d'abord un état d'esprit ; prendre plaisir à accueillir les joueurs. Pour bien accueillir, il faut d'abord soigner sa présentation.

L'aménagement confortable et attrayant du lieu du travail en général est une condition essentielle d'un bon déroulement de l'entraînement.

Communication avec les joueurs ; suscitez l'intérêt et l'attention de nos joueurs avant toute prise de parole.

Doublez nos paroles de gestes expressifs, nos démonstrations de commentaires, nos explications de schémas clairs, organisez un feed-back systématique.

- ✓ Pour le bon déroulement de notre expérimentation, il est bien nécessaire de respecter ces consignes pratiques, ainsi l'intervention pédagogique peut se dérouler dans des conditions favorables à la réalisation des objectifs définis préalablement.

11-Les outils statistiques :

1-la moyenne : La moyenne arithmétique est la mesure de tendance centrale que l'on trouve le plus fréquemment dans les analyses descriptives.

Elle représente le point milieu ou le point d'équilibre des valeurs d'une variable. Elle est probablement la mesure de tendance centrale la plus employée pour les variables ordinales et continues. Elle consiste tout simplement à additionner les valeurs d'une distribution et à diviser le tout par le nombre de cas. Voici la formule de la moyenne.

$$\bar{X} = \frac{\sum x_i}{n}$$

Est définie comme le rapport entre la somme des données de l'échantillon et l'effectif de l'échantillon.

2-L'écart –type : l'écart-type mesure la dispersion d'une série de valeurs autour de leur moyenne. Il se trouve tout simplement en calculant la racine de la variance.

$$s = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}}{n - 1}$$

Est défini comme la racine carrée de la variance.

3-La variance : est une mesure arbitraire servant à caractériser la dispersion d'un échantillon.

C'est la moyenne des carrés des écarts à la moyenne. Pour la calculer on utilise la formule:

$$V(x) = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}$$

Coefficient de variation exprime l'écart-type en termes de pourcentage par rapport à la moyenne. Ceci permet de comparer plusieurs variables entre elles, même si l'unité de mesure est différente pour chaque variable

4-Test de Student :

Permet de comparer les moyennes de deux échantillons, dont on peut apprécier la signification à partir de tables spécifiques.

Les formules de calcul :

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2 + S_2^2}{n - 1}}}$$

Le test de Student, ou test t : est un ensemble de tests d'hypothèses paramétriques où la

statistique calculée suit une loi de Student lorsque l'hypothèse nulle est vraie. Un test de Student peut être utilisé notamment pour tester statistiquement l'hypothèse d'égalité de l'espérance de deux variables aléatoires suivant une loi normale et de variance inconnue. Il est aussi très souvent utilisé pour tester la nullité d'un coefficient dans le cadre d'une régression linéaire.

5- seuil significatif ou le seuil statistique :

Est la plus forte probabilité jugée acceptable, généralement, ce seuil est fixé à **0.05**, c'est-à-dire le chercheur a moins de 5% de chances de se tromper.

Dans l'analyse des données récoltées, on a fait appel au logiciel de traitement statistique "XSTAT 2010" qui nous a permis de traiter les premières données pour les convertir en résultats chiffrés pour que par la suite l'interprétation soit plus simple à effectuer.

12-les difficultés de la recherche :

Durant notre étude, nous avons fait face à de multiples difficultés pour ne citer que :

Un problème majeur, est celui du manque terrible de références et d'ouvrages dans concernant la préparation physique intégrée, et en particulier la musculation intégrée à l'entraînement du football en Algérie.

La disponibilité des joueurs tout au long de l'étude.

L'incompréhension des concepts d'entraînement par les joueurs.

Conclusion :

A travers cette étude, le choix du mode opérationnel de l'intervention pédagogique et la bonne programmation et la conduite judicieuse des séances et des exercices spécifiques en intégrant une partie de renforcement musculaire était préméditer, car on conçoit que quand on veut mener une étude dans le domaine de l'entraînement, il est nécessaire qu'elle soit une étude appliquée sur le terrain pour qu'elle ait une certaine crédibilité.

Introduction :

Dans toute recherche scientifique, la récolte des données brutes ne suffisent pas à elles seules d'avoir des interprétations rationnelles pour expliquer le sujet à étudié, à travers ce chapitre nous allons essayer d'organiser, analyser et interpréter du mieux qu'on peut les résultats des pré-tests et des post-tests des groupes témoin et expérimentale, ainsi qu'à l'analyse de ces résultats, pour arriver enfin à des discussions et des conclusions tangibles.

Présentation des résultats :

Après avoir exposé la méthodologie de notre étude, voilà les résultats des tests réalisés sur les deux échantillons (groupe témoin et groupe expérimentale). Dans ce chapitre nous allons décortiquer les résultats obtenus dans les Pré-tests et les Post-tests, pour essayer de valider les hypothèses émises dans cette étude

La batterie de tests mise au point pour cette étude a permis de suivre l'évolution des qualités musculaires de chaque joueur, tout au long de l'expérimentation, indépendamment du groupe auquel ils appartiennent G.E ou G.T

Les modalités de contrôle de l'entraînement sur le terrain :

Pour tenter d'appliquer l'interprétation des tests de terrain à la conduite de l'entraînement, il est nécessaire de déterminer des moyens de contrôle afin de situer l'intensité des exercices.

2- Présentation des résultats des tests :

Dans un premier temps nous allons exposer les résultats obtenus lors des pré-tests des deux groupes (G.T et G.E), L'analyse statistique est réalisée en utilisant le logiciel XTSTAT 2010 pour calculer la moyenne des sommes ainsi que l'écart type, et le "t" de Student pour les deux groupes qui constituent l'échantillon de notre étude.

3- Les résultats des pré-tests :

Après avoir exposé la méthodologie de notre étude, voilà les résultats des tests réalisés sur les deux échantillons (groupe témoin et groupe expérimentale). Dans ce chapitre nous allons décortiquer les résultats obtenus dans les Pré-tests et les Post-tests, pour essayer de valider les hypothèses émises dans cette étude.

Les modalités de contrôle de l'entraînement sur le terrain :

Pour tenter d'appliquer l'interprétation des tests de terrain à la conduite de l'entraînement, il est nécessaire de déterminer des moyens de contrôle afin de situer l'intensité des exercices.

Les résultats des pré-tests des deux groupes (G.E et G.T) :

	Groupe Expérimental		Groupe témoin		T calculé	T tableau	D.D.L 2N-2	Seuil de signification
	X	S	X	S				
Vitesse 20 m sans ballon	3,75	0,19	3,73	0,17	2,09	1,71	22	0,05
Test de Sargent	41,83	6,12	37,58	6,33	1,60			
Test "La chaise "	2,00	1,05	2,41	1,39	0,67			
Vitesse 20 m avec ballon	4,14	0,03	4,26	0,0006	1,65			
Test navette (5+10+15 en 30 sc)	117,5	3,99	115	3,69	1,53			
20 m sans ballon et avec changement de direction	7,39	0,32	7,55	0,40	1,05			
20 m avec ballon et avec changement de direction	9,75	0,70	10,04	0,58	1,05			
Test du "Gainage"	2,48	0,67	2,66	0,81	0,59			
Le demi-Cooper	1564,17	155,94	1509,17	152,28	0,84			

Tableau N° (5) : représentant les résultats des pré-tests des deux groupes (G.e et G.t).

4- Discussion des résultats des pré-tests :

L'analyse statistique des résultats des pré-tests (tableau n°5) nous représente les données des tests des paramètres de la force ou qualités musculaires (force-vitesse, puissance ,explosivité, force-endurance) et techniques mesurer avant l'intervention expérimentale, c'est-à-dire avant l'application du programme d'entraînement, avec un seuil statistique de 0.05, un degré de liberté 22, et « t » de Student = 1.71.

On constate que les résultats des tests sont presque identiques pour les deux groupes, et les valeurs obtenues montrent qu'il n'y a pas une différence significative entre les deux groupes de l'étude, et l'expérimentation va nous confirmer ou nous infirmer les hypothèses émises précédemment.

5- Les résultats des post-tests des deux groupes (G.E et G.T) :

	Groupe Expérimental		Groupe témoin		T calculé	T tableau	D.D.L 2N-2	Seuil de signification
	X	S	X	S				
Vitesse 20 m sans ballon	3,37	0,22	3,75	0,20	4,37	1,71	22	0,05
Test de Sargent	47,83	5,83	40,17	4,80	3,37			
Test "La chaise"	3,47	1,23	2,61	1,06	1,75			
Vitesse 20 m avec ballon	3,56	0,25	4,09	0,28	4,68			
Test navette 5+10+15 en 30 sc	126,25	4,33	114,58	6,56	4,92			
20 m sans ballon et avec changement de direction	6,64	0,23	7,42	0,31	6,75			
20 m avec ballon et avec changement de direction	8,66	0,66	9,98	0,47	5,40			
Test du "Gainage"	3,43	0,79	2,05	0,65	4,47			
Le demi-Cooper	1647	140,94	1605,50	140,72	0,62			

Tableau N° (6) : représentant les résultats des post-tests des deux groupes (G.e et G.t).

L'évolution des paramètres de la force ou qualités musculaires (tableau n°6) au terme de cette expérimentation semble significative, car dans le G.E, l'entraînement conduit montre une amélioration significative des paramètres de la force en comparaison avec le G T. Comme l'évoque (BODINEAU, 2007) "intégrée la pratique globale, la préparation physique peut donner une dominante de travail (vitesse, endurance, renforcement musculaire...) au travers des formes spécifiques (jeux, duels, échanges..). Cette approche est tacite dans la formation

des jeunes sportifs : ils se préparent en répétant les séquences tactiques ou les progressions de geste techniques. Néanmoins, il est impossible de paramétrer avec précision les efforts et d'en définir la nature. Comment véritablement développer la puissance aérobie dans le jeu, la vitesse ou la force dans des situations d'opposition aléatoires dépendantes de réponses technico-tactique”

L'analyse comparative des deux groupes montre qu'en pré-tests, ils présentent des performances similaires, sauf pour presque tous les tests. En revanche, en post-tests, le groupe expérimental se distingue du groupe témoin avec des performances statistiquement supérieures pour les tests (Vitesse 20 m sans Ballon, Vitesse 20 m avec ballon, Test navette 5+10+15 en 30 sc, 20 m sans ballon et avec changement de direction).

6- Discussion des résultats des post-tests :

Les observations établies entre les pré-tests et des post-tests sont confirmées par notre étude avec une amélioration significative pour la plupart des tests effectués, en comparant les résultats obtenus par les deux groupes, nous pouvons affirmer que l'intégration des exercices de renforcement musculaire spécifique dans l'entraînement de football ont été bénéfiques pour le groupe expérimental. En effet, nous constatons dans ce dernier des améliorations significatives pour la majorité des tests (T calculé, T tableau 1,79, $p < 0,005$). L'amélioration des paramètres de la force ou qualités musculaires. Ces résultats confortent certaines études longitudinales en sports collectifs qui ont également constaté des améliorations musculaires à la suite d'un entraînement spécifique (Cometti.G, 2002) . En 2006, Gorostiaga et al, ont étudié l'effet de la préparation physique sur les performances d'une équipe masculine. La même équipe de recherche a constaté des performances à une équipe féminine en 2008.

7- Comparaison des résultats des pré-tests et des post-tests du groupe expérimental :

	Groupe Expérimental				T calculé	T tableau	D.D.L N-1	Seuil de signification	Significatio n statistique
	pré-tests		post-tests						
	X	S	X	S					
Vitesse 20 m <i>sans</i> ballon	3,75	0,19	3,37	0,22	5,06	1,79	11	0,05	Significatif
Test de Sargent	41,83	6,12	47,83	5,83	7,71				Significatif
Test "La chaise"	2,00	1,05	3,47	1,23	6,08				Significatif
Vitesse 20 m <i>avec</i> ballon	4,14	0,03	3,56	0,25	9,62				Significatif
Test navette 5+10+15 en 30 sc	117,5	3,99	126,2 5	4,33	8,04				Significatif
20 m <i>sans</i> ballon et avec changement de direction	7,39	0,32	6,64	0,23	8,05				Significatif
20 m <i>avec</i> ballon et avec changement de direction	9,75	0,70	8,66	0,66	9,66				Significatif
Test du "Gainage"	2,48	0,67	3,43	0,79	13,51				Significatif
Le demi- Cooper	1564,1 7	155,94	1647	140,94	5,84				Significatif

Tableau N° (7) : représentant les résultats des pré-tests et des post-tests du groupe expérimental.

Si on remarque bien les résultats **des pré-tests et des post-tests** (Tableau N° 7) obtenus par le G E nous observant des améliorations significatives des paramètres de la force. Ce qui nous conforte dans notre démarche expérimentale, dans le sens où un entraînement de la musculation intégrée à l'entraînement du football est susceptible d'amener des améliorations considérables aux qualités physique nécessaire a une bonne performance comme le démontre (LAMBERTIN, 2000,) "C'est l'amélioration des potentiels physiologiques du joueur en étroite relation avec la motricité de l'activité du football", et Bell & coll. (1988) montrent qu'un entraînement en force suivi d'un entraînement en endurance permet un meilleur développement de la force que dans l'ordre inverse. Il s'agit donc de planifier l'entraînement de la force en premier, puis l'entraînement pour développer la capacité aérobie.

Alors que (TAE LMAN, 2003) suggere d'intégrer aussi les paramètres physiologiques, techniques et tactiques de l'activité *FOOTBALL*. De fait le joueur, par le biais du phénomène de transferts, profitera du développement d'une qualité particulière pour améliorer d'autres qualités indispensables dans la pratique du football.

8- Présentation et discussion des résultats test par test :

1-Vitesse (20 m) sans Ballon(Sc.): Les résultats du test de vitesse 20 mètres sans ballon, avant et après l'intervention de l'expérience mise en place pour cette étude, entre les deux groupes (G.E et G.T).

M.S Groupes	N	Pré-test		Post-Test		T calculé	T Tableau	D.D.L n-1	Signification statistique
		X	S	X	S				
Groupe expérimentale	12	3,75	0,19	3,37	0,22	5,06	1,79	11	Significatif
Groupe témoin	12	3,73	0,17	3,75	0,20	0,38			non Significatif

Tableau n° (8) représentant la comparaison des résultats du test Vitesse (20 m) sans Ballon

Dans le tableau n° 8: sont présentés les données du test de **Vitesse (20 m) sans Ballon(Sc.):** pour les groupes expérimental et témoin. Nous constatons une nette amélioration pour le groupe expérimental par rapport au groupe témoin (indice de progression: G1= 3.37, G2 = 3.75).

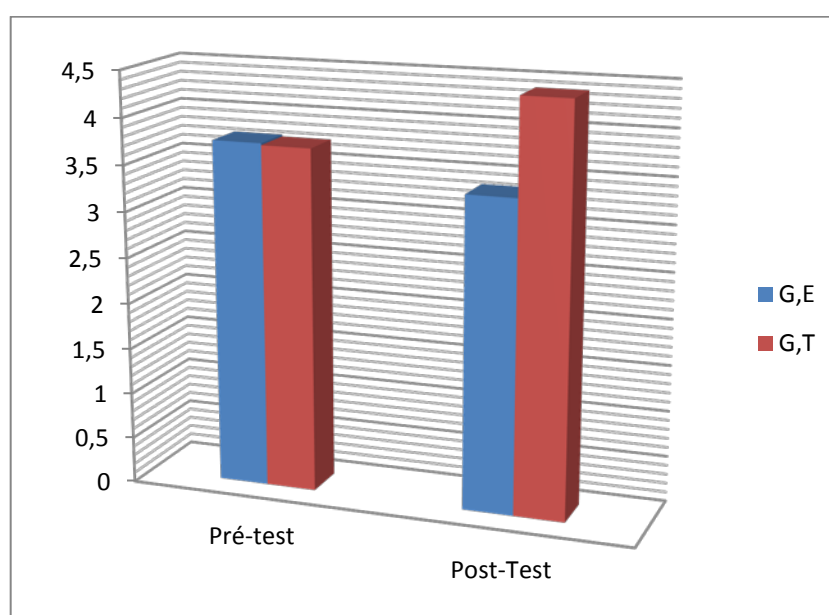
Au seuil statistique $\alpha = 0,05$ et D.D.L 11, et le T de student tableau =1.79, on remarque que la comparaison entre les deux groupes (G.T et G.E) durant le test de vitesse 20 mètres sans ballon et avec un « t » calculer = 5.06 < 0,38 ce qui nous amène à dire qu'il y a une différence significative entre les deux groupe concernant ce test en faveur du groupe expérimental. D'après (c. Miller 1995) l'effet spécifique de l'entraînement de type (efforts dynamiques) sur la relation force vitesse reste incertain, mais il incite à penser que l'effet dominant des procédés de puissances pourrait se situer dans la zone d'expression de la puissance maximale.

En ce qui concerne ce test, il présente une certaine amélioration des résultats (les moyennes sont de l'ordre de t1= 3,75 et t2=3,37) pour le groupe expérimental par rapport au groupe

témoin de ($t_1= 3,73$ et $t_2=3,75$). L'indice de progression est nettement significatif pour le groupe expérimental en comparaison avec le groupe témoin.

Comme l'évoque G.COMETTI dans ses recherches, ces deux qualités sont étroitement liées, il affirme qu'un travail de force n'est pas nuisible à l'amélioration des paramètres physiques et physiologique de la vitesse :

- Le temps de réaction
- La vitesse gestuelle
- La fréquence gestuelle.



Histogramme N° (1): représentant la marge de progression entre le pré-test et le post-test Vitesse (20 m) sans Ballon.

On remarque bien la grande différence de cette progression, ce qui indique que ce test est par excellence un exercice de puissance et d'explosivité et là, on voit bien que l'entraînement de musculation intégré pendant les 8 semaines à laisser ses effets positifs sur les joueurs.

La comparaison entre les deux groupes de l'étude, nous montre qu'il y avait une différence concernant le paramètre de la Force entre le G.E et le G.T au cours de l'intervention organiser et régulier, et s'est confirmer après l'expérimentation, en faveur du groupe expérimentale.

2-Le test de Sargent : les résultats du test de Sargent, avant et après l'intervention de l'expérience mise en place pour cette étude, entre les deux groupes (G.E et G.T) :

M.S Groupes	N	Pré-test		Post-Test		T calculé	T Tableau	D.D.L n-1	Signification statistique
		X	S	X	S				
Groupe expérimentale	12	41,83	6,12	47,83	5,83	7,71	1,79	11	Significatif
Groupe témoin	12	37,58	6,33	40,17	4,80	3,36			Significatif

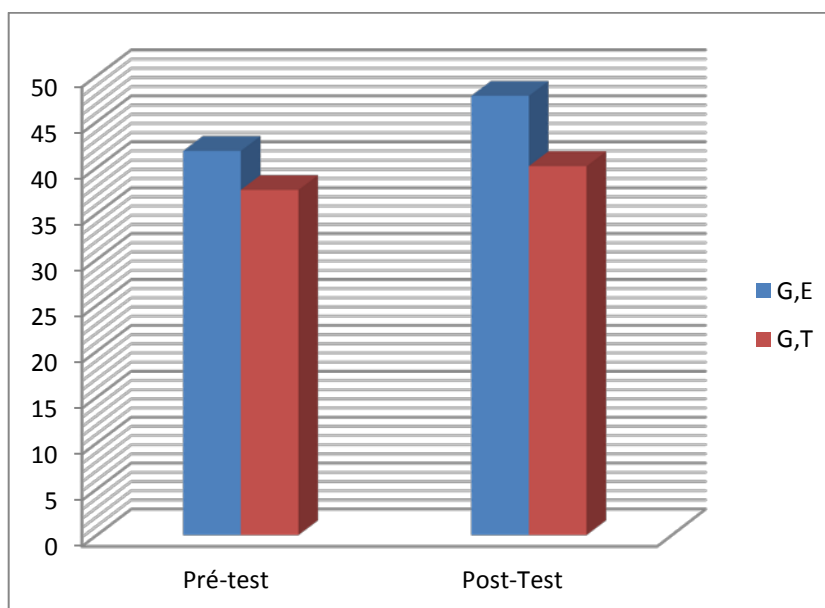
Tableau n° (9) représentant la comparaison des résultats du Test de Sargent

Dans le tableau n°9: sont présentées les données du test **de Sargent** pour les groupes expérimental et témoin. Nous constatons une nette amélioration pour les deux groupes (indice de progression G1= 5.83, G2 = 4.80).

Au seuil statistique $\alpha = 0,05$ et D.D.L 11, et le T de student tableau =1.79, on remarque que la comparaison entre les deux groupes (**G.T** et **G.E**) durant le test **de Sargent** et avec un « t » calculer = $7.71 < 3.36$ ce qui nous amène à dire qu'il y a une différence significative entre les deux groupe concernant ce test en faveur du groupe expérimental. Plusieurs auteurs ont traité ce sujet tel que T.O.Bompa ; Les muscles sollicités dans la décélération d'un mouvement très rapide utilisent leurs propriétés élastiques pour amortir et réduire les forces d'impacte. La capacité à amortir ses forces demande de la puissance t des degrés de réflexion des jambes similaires à ce qui permet d'amortir les chocs lors d'une réception. (T.O.BOMPA, 2007)

On remarque bien la grande différence de cette progression, ce qui indique que ce test est par excellence un exercice de puissance et d'explosivité et là, on voit bien que l'entraînement de musculation intégré pendant les 8 semaines à donnée des résultats positifs sur les joueurs.

La comparaison entre les deux groupes de l'étude, nous montre qu'il y avait une différence de concernant les paramètres de la Force entre le G.E et le G.T avant l'intervention pédagogique et s'est confirmé après l'expérimentation, en faveur du groupe expérimentale.



Histogramme N° (2) : représentant la marge de progression entre le pré-test et le post test de Sargent.

En ce qui concerne ce test, il présente une certaine amélioration des résultats (les moyennes sont de l'ordre de $t_1 = 41.83$ et $t_2 = 47.83$) pour le groupe expérimental par rapport au groupe témoin de ($t_1 = 37.58$ et $t_2 = 40.17$). L'indice de progression est nettement significatif pour le groupe expérimental en comparaison avec le groupe témoin.

On remarque que l'étude de Koutchouk va dans le même sens, c'est-à-dire le travail de renforcement musculaire permet d'acquérir une certaine explosivité nécessaire dans le football tel que dans les tirs et les duels.

Plusieurs autres auteurs suggèrent que le renforcement musculaire avec les différentes méthodes (isotonique, pliométrique et puissance de résistance) aideront les athlètes à appliquer la série d'impulsions musculaires qui active un grand nombre de fibres FT. Une fois qu'ils parviendront, leur puissance d'accélération atteindra les niveaux souhaités. (T.O.BOMPA, 2007).

3-Test "La chaise" : Les résultats du test de vitesse 20 mètres sans ballon, avant et après l'intervention de l'expérience mise en place pour cette étude, entre les deux groupes (G.E et G.T).

M.S Groupes	N	Pré-test		Post-Test		T calculé	T Tableau	D.D.L n-1	Signification statistique
		X	S	X	S				
Groupe expérimentale	12	2,00	1,05	3,47	1,23	6,08	1,79	11	Significatif
Groupe témoin	12	2,41	1,39	2,61	1,06	6,39			Significatif

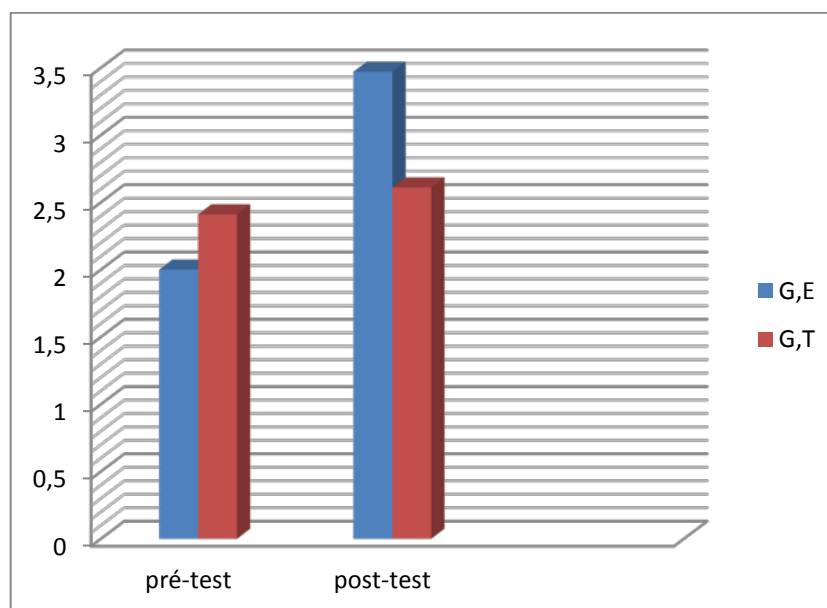
Tableau n° (10) représentant la comparaison des résultats du test « la chaise »

Dans le tableau n°10: sont présentés les données du test de **La chaise** ” pour les groupes expérimentaux et témoin. Nous constatons une amélioration pour les deux groupes (indice de progression: G1= 1.23, G2 = 1.06).

Au seuil statistique $\alpha = 0,05$ et D.D.L 11, et le T de student tableau =1.79, on remarque que la comparaison entre les deux groupes (G.T et G.E) durant le test de “la chaise”, et avec un « t » calculer = 6.08 < 6.39 ce qui nous amène à dire qu’il y a une différence significative entre les deux groupe concernant ce test en faveur du groupe expérimental. L’effet de l’entraînement de type musculation intégrée sur la force des membres inferieurs est considérable.

En ce qui concerne ce test, il présente une certaine amélioration des résultats (les moyennes sont de l'ordre de t1= 2.00 et t2=3.47) pour le groupe expérimental par rapport au groupe témoin de (t1= 2.41 et t2=2.61). L’indice de progression est nettement significatif pour le groupe expérimental en comparaison avec le groupe témoin.

En se référant aux données du tableau ,la différence significative pour les deux groupes mais on pourra donner une explication pour le fait que le groupe expérimental, ayant suivi un entraînement de musculation intégrée pour les membres inférieurs, a connu une amélioration moins soutenue que le groupe témoin en supposant que les joueurs du groupe 1 par le biais de la musculation ont acquis une certaine masse musculaire additive qui n'a pas eu encore le temps de s'intégrer dans l'exécution des mouvements spécifiques, ce qui, à notre propre avis, ne manquera pas de se produire dans les semaines à suivre.



Histogramme N°(3) : représentant la marge de progression entre le pré-test et le post test "La chaise "

On remarque bien la grande différence de cette progression, ce qui indique que ce test est un exercice de puissance des membres inférieures, on voit bien que l'entraînement de musculation intégré pendant les 8 semaines à laisser ses effets positifs sur les joueurs, comme l'évoque SEGUIN " L'efficacité de la préparation physique se mesure à travers l'amélioration des qualités physiques, mais également à travers la part des progrès qui est utilisée dans le geste sportif de compétition". (SEGUIN, 2001).

4-test de vitesse 20 m avec ballon : Les résultats du test de vitesse 20 mètres avec ballon, avant et après l'intervention de l'expérience mise en place pour cette étude, entre les deux groupes (G.E et G.T).

M.S Groupes	N	Pré-test		Post-Test		T calculé	T Tableau	D.D.L n-1	Signification statistique
		X	S	X	S				
Groupe expérimentale	12	4,14	0,03	3,56	0,25	9,62	1,79	11	Significatif
Groupe témoin	12	4,26	0,0006	4,09	0,28	1,23			non Significatif

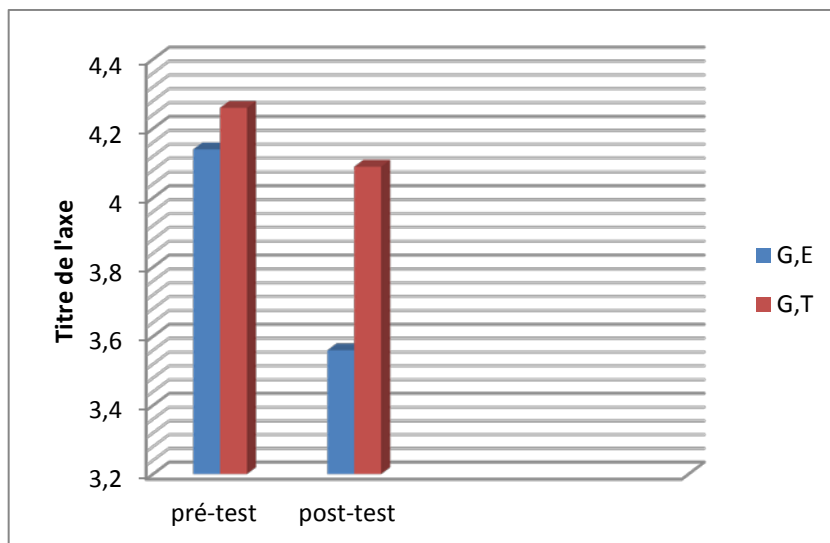
Tableau n° (11) représentant la comparaison des résultats du Vitesse (20 m) avec ballon.

Dans le tableau n°11: sont présentées les données du test de **Vitesse (20 m) avec Ballon (Sc.)**, pour les groupes expérimental et témoin. Nous constatons une nette amélioration pour le groupe expérimental par rapport au groupe témoin (indice de progression: $G1= 0.25$, $G2 = 0.28$).

Au seuil statistique $\alpha = 0,05$ et D.D.L 11, et le T de student tableau =1.79, on remarque que la comparaison entre les deux groupes (**G.T** et **G.E**) durant le test de vitesse 20 mètres avec ballon et avec un « t » calculer = $9.62 < 1.23$ ce qui nous amène à dire qu'il y a une différence significative entre les deux groupe concernant ce test en faveur du groupe expérimental. la force- vitesse avec conduite et maîtrise du ballon démontre que l'effet des procédés utilisés pendant l'entraînement de la musculation intégrée a l(entraînement du football est susceptible d'amenée des modification et des améliorations positifs pour une bonne de puissances pourrait se situer expression technique de haut niveau .

En ce qui concerne ce test, il présente une certaine amélioration des résultats (les moyennes sont de l'ordre de $t1= 4.14$ et $t2=3.56$) pour le groupe expérimental par rapport au groupe témoin de ($t1= 4.26$ et $t2=4.09$). L'indice de progression est nettement significatif pour le groupe expérimental en comparaison avec le groupe témoin.

Comme l'évoque H.R.KUNZ ; Par conséquent, d'avantage de fibre musculaires se contractent par unité de temps, et surtout les unités motrices sont activée avec une onde de stimulation importante (fibres rapides). Un tel entraînement permet de faire augmenter nettement la force par cm^2 de section musculaire. On comprend ainsi que la vitesse puisse également être amélioré efficacement de cette manière.(H.R.KUNZ, 1991)



Histogramme N° (4): représentant la marge de progression entre le pré-test et le post test de vitesse 20 m avec ballon.

On remarque bien la grande différence de cette progression, ce qui indique que ce test est un exercice qui prouve que la musculation intégrée à l'entraînement spécifique du football des jeunes donne des résultats significatives sur le plan technique de la maîtrise de conduite de balle en associant la vitesse d'exécution qui constitue actuellement une qualité primordiale dans le football moderne, car plusieurs spécialistes évoquent que les qualités musculaires et l'importance de la vélocité et l'explosivité dans le jeu telle que Gille Cometti et d'autres ; les qualités de force semblent déterminantes et sont d'une durée très courte entre 1 et 4sec. On peut donc conclure que le joueur de football de haut niveau doit avoir un potentiel physique élevé lui permettant de solliciter un haut pourcentage de fréquence cardiaque et d'alterner des efforts et des récupérations variées. Les qualités d'explosivité et de force sont essentielles, lui permettant d'être performant sur les nombreuses actions brèves et intenses qui seront déterminantes dans le jeu. Enfin, une coordination générale et spécifique est nécessaire pour s'adapter aux multiples changements de motricité et de déplacements, en plus de la maîtrise du jeu et du ballon. (Leroux, 2006). On peut constater que l'entraînement de musculation intégrée pendant 8 semaines a laissé ses effets positifs sur les joueurs. La comparaison entre les deux groupes de l'étude, nous montre qu'il y avait une différence de concernant le paramètre de la Force entre le G.E et le G.T avant l'intervention pédagogique et s'est confirmée après l'expérimentation, en faveur du groupe expérimentale.

5-Test navette 5+10+15 en 30 sc : Les résultats du test **navette 5+10+15 en 30 sc**, avant et après l'intervention de l'expérience mise en place pour cette étude, entre les deux groupes (G.E et G.T).

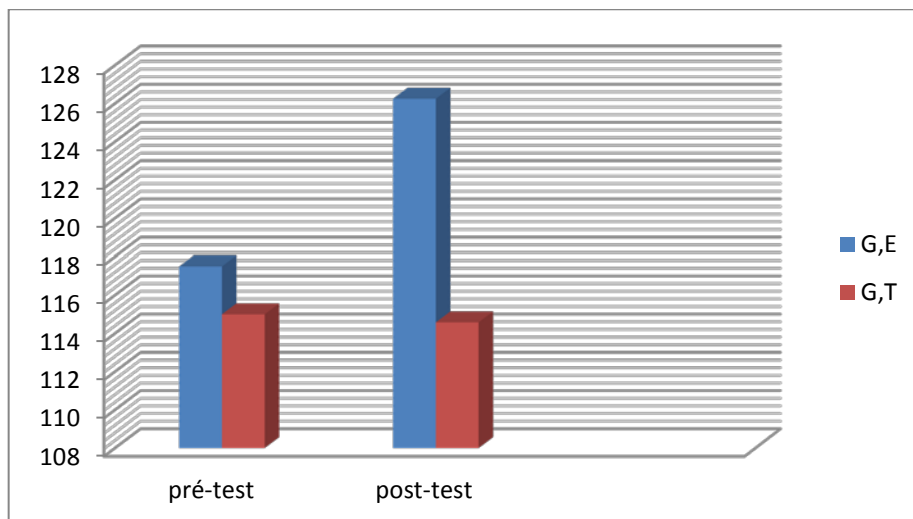
M.S Groupes	N	Pré-test		Post-Test		T calculé	T Tableau	D.D.L n-1	Signification statistique
		X	S	X	S				
Groupe expérimentale	12	117,5	3,99	126,25	4,33	8,04	1,79	11	Significatif
Groupe témoin	12	115	3,69	114,58	6,56	0,23			non Significatif

Tableau n° (12) représentant la comparaison des résultats du Navette 5+10+15... (30 Sc)

Dans le tableau n°12: sont présentées les données du test de **Navette 5+10+15... (30 Sc)** pour les groupes expérimental et témoin. Nous constatons une nette amélioration pour les deux groupes (indice de progression: G1= 4.33, G2 = 6.56).

Au seuil statistique $\alpha = 0,05$ et D.D.L 11, et le T de student tableau=1.79, on remarque que la comparaison entre les deux groupes (G.T et G.E) durant le test de Navette 5+10+15... (30 Sc) et avec un « t » calculer = $8.04 < 0.23$, ce qui nous amène à dire qu'il y a une différence significative entre les deux groupe concernant ce test en faveur du groupe expérimental. L'effet de l'entraînement de type musculation intégrée sur la relation force-vitesse et puissance et coordination musculaire est important dans le rendement du footballeur moderne avec les exigences qu'on lui connaît.

En ce qui concerne ce test, il présente une certaine amélioration des résultats (les moyennes sont de l'ordre de $t_1= 117.5$ et $t_2=126.25$) pour le groupe expérimental par rapport au groupe témoin de ($t_1= 115$ et $t_2=114.58$). L'indice de progression est nettement significatif pour le groupe expérimental en comparaison avec le groupe témoin, qui a enregistré une légère diminution, on peut expliquer ca par un entrainement pauvre en exercices de type musculation. Tell que préconise plusieurs chercheurs et auteur, Lacroix, Cometti 2001-2002) (Leroux, 2006);une coordination générale et spécifique est nécessaire pour s'adapter aux multiples changements de motricité et de déplacements, en plus de la maîtrise du jeu.



Histogramme N° (5) : représentant la marge de progression entre le pré-test et le post-test Test navette 5+10+15 en 30 sc.

Pour la comparaison entre les deux groupes de l'étude, nous montre qu'il y avait une différence des paramètres de la force et les qualités musculaires concernant ce test entre le

G.E et le G.T avant l'intervention pédagogique et s'est confirmé après l'expérimentation, en faveur du groupe expérimentale, On remarque bien la grande différence de cette progression, ce qui indique que ce test est par excellence un exercice de puissance et d'explosivité et la vivacité, on voit bien que l'entraînement de musculation intégré pendant les 8 semaines à laisser ses effets positifs sur les joueurs.

L'étude de Rami Chaibi ainsi que d'autres études reconforte l'idée que le travail de force est susceptible d'améliorer la puissance des athlètes dans la discipline entraînée.

6-20 m sans ballon et avec changement de direction : Les résultats du test de **20 m sans ballon et avec changement de direction**, avant et après l'intervention de l'expérience mise en place pour cette étude, entre les deux groupes (G.E et G.T).

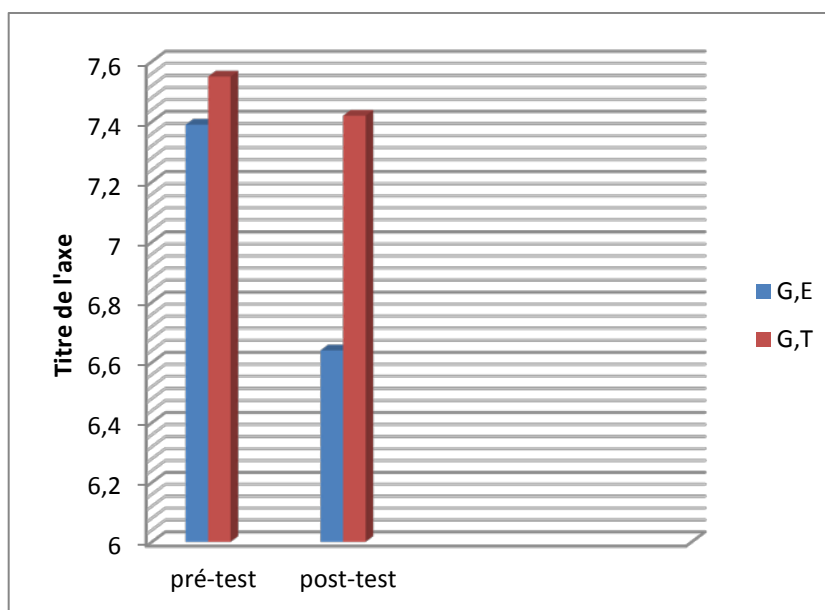
M.S Groupes	N	Pré-test		Post-Test		T calculé	T Tableau	D.D.L n-1	Signification statistique
		X	S	X	S				
Groupe expérimentale	12	7,39	0,32	6,64	0,23	8,05	1,79	11	Significatif
Groupe témoin	12	7,55	0,40	7,42	0,31	0,82			non Significatif

Tableau n° (13) représentant la comparaison des résultats du Vitesse (20m) sans Ballon et avec changement de direction

Dans le tableau n°13: sont présentées les données du test de Vitesse (20 m) sans Ballon et avec changement de direction pour les groupes expérimental et témoin. Nous constatons une nette amélioration pour les deux groupes (indice de progression: G1= 0.23, G2 = 0.31).

Au seuil statistique $\alpha = 0,05$ et D.D.L 11, et le T de student tableau =1.79, on remarque que la comparaison entre les deux groupes (G.T et G.E) durant le test de Vitesse (20 m) sans Ballon et avec changement de direction et avec un « t » calculer = 8.05 < 0.82 ce qui nous amène à dire qu'il y a une différence significative entre les deux groupe concernant ce test en faveur du groupe expérimental. L'effet spécifique de l'entraînement de type musculation intégrée sur la relation force-vitesse, puissance et vitesse le plus rapidement possible avec un changement de direction rapide qui nécessite une puissance musculaire élevée de tous les groupes musculaires et surtout celle des membres inférieures.

En ce qui concerne ce test, il présente une certaine amélioration des résultats (les moyennes sont de l'ordre de $t_1= 7.39$ et $t_2=6.64$) pour le groupe expérimental par rapport au groupe témoin de ($t_1= 7.55$ et $t_2=7.42$). L'indice de progression est nettement significatif pour le groupe expérimental en comparaison avec le groupe témoin.



Histogramme N° (6): représentant la marge de progression entre le pré-test et le post test vitesse 20 m sans ballon et avec changement de direction.

On remarque bien la grande différence de cette progression, on voit bien que l'entraînement de musculation intégré pendant les 8 semaines à laisser ses effets positifs sur les joueurs, ce qui indique que ce test est un exercice de puissance et de coordination musculaire qui sollicite tous les groupes musculaires du corps pour une bonne course rapide avec un changement subite de direction qui rejoint les exigences de la pratique du football qui nécessite des variations de direction en permanence.

La comparaison entre les deux groupes de l'étude, nous montre qu'il y avait une différence concernant le paramètre de la Force entre le G.E et le G.T avant l'intervention pédagogique et s'est confirmée après l'expérimentation, en faveur du groupe expérimental.

Tel que le suggèrent plusieurs études, en l'occurrence ; La composante élastique et réactive du muscle, élément décisif de la rapidité et de la puissance d'une action initiale, est entraînable avec les exercices isotoniques, balistiques, et surtout max ex et pliométriques, que l'on peut effectuer dans une série de mouvements répétitifs ou séparément. Dans le deuxième cas, les

exercices d'une série sont accomplis un par un, afin que l'athlète ait le temps de se concentrer suffisamment pour réussir l'action la plus explosive possible. (Daniel Le gallais, 2007).

7-test vitesse 20 m avec ballon et avec changement de direction : Les résultats du test de vitesse 20 m avec ballon et avec changement de direction , avant et après l'intervention de l'expérience mise en place pour cette étude, entre les deux groupes (G.E et G.T).

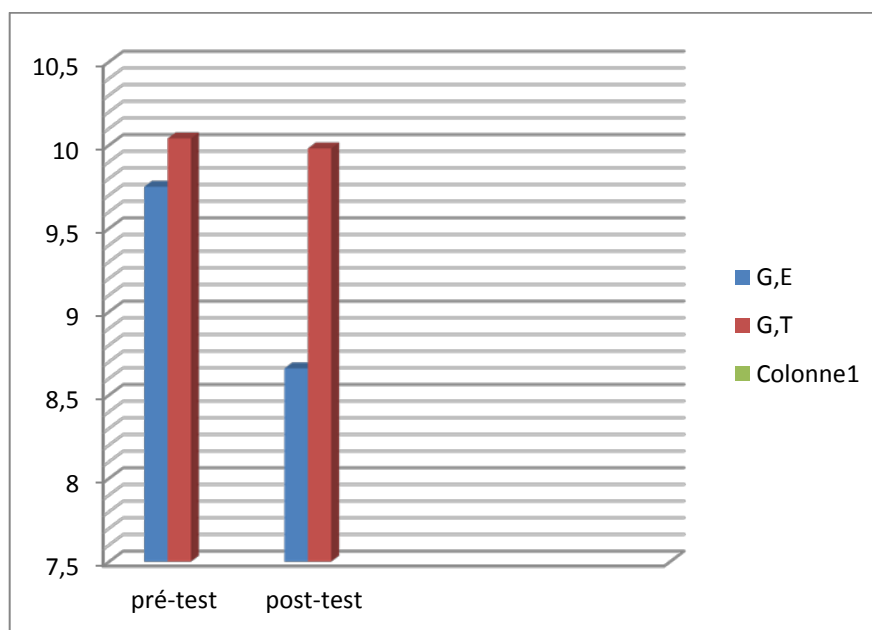
M.S Groupes	N	Pré-test		Post-Test		T calculé	T Tableau	D.D.L n-1	Signification statistique
		X	S	X	S				
Groupe expérimentale	12	9,75	0,70	8,66	0,66	9,66	1,79	11	Significatif
Groupe témoin	12	10,04	0,58	9,98	0,47	2,05			Significatif

Tableau n° (14) représentant la comparaison des résultats du Vitesse (20 m) avec Ballon et avec changement de direction

Dans le tableau n°14: sont présentées les données du test de Vitesse (20 m) avec Ballon et avec changement de direction pour les groupes expérimental et témoin. Nous constatons une nette amélioration pour les deux groupes (indice de progression: (G1= 0.66, G2 = 0.47).

Au seuil statistique $\alpha = 0,05$ et D.D.L 11, et le T de student tableau =1.79, on remarque que la comparaison entre les deux groupes (G.T et G.E) durant le test de Vitesse (20 m) avec Ballon et avec changement de direction et avec un « t » calculer = 9.66 < 2.05 ce qui nous amène à dire qu'il y a une différence significative entre les deux groupe concernant ce test en faveur du groupe expérimental. L'effet spécifique de l'entraînement de type musculation intégrée sur la relation force-vitesse et qualités techniques, en conduisant le ballon le plus rapidement possible avec une maîtrise technique parfaite et un changement de direction rapide qui nécessite une puissance musculaire élevée de tous les groupes musculaires et surtout celle des membres inférieures.

En ce qui concerne ce test, il présente une certaine amélioration des résultats (les moyennes sont de l'ordre de t1= 9.75 et t2=8.66) pour le groupe expérimental par rapport au groupe témoin de (t1= 10.04 et t2=9.98). L'indice de progression est nettement significatif pour le groupe expérimental en comparaison avec le groupe témoin.



Histogramme N°(7): représentant la marge de progression entre le pré-test et le post test vitesse 20 m avec ballon et avec changement de direction.

On remarque bien la grande différence de cette progression, ce qui indique que ce test est un test de maîtrise technique associé aux qualités musculaires de puissance et de force vitesse et là, on voit bien que l'entraînement de musculation intégré pendant les 8 semaines à laisser ses effets positifs sur les joueurs.

8-Test du "Gainage" : Les résultats du test du "Gainage", avant et après l'intervention de l'expérience mise en place pour cette étude, entre les deux groupes (G.E et G.T).

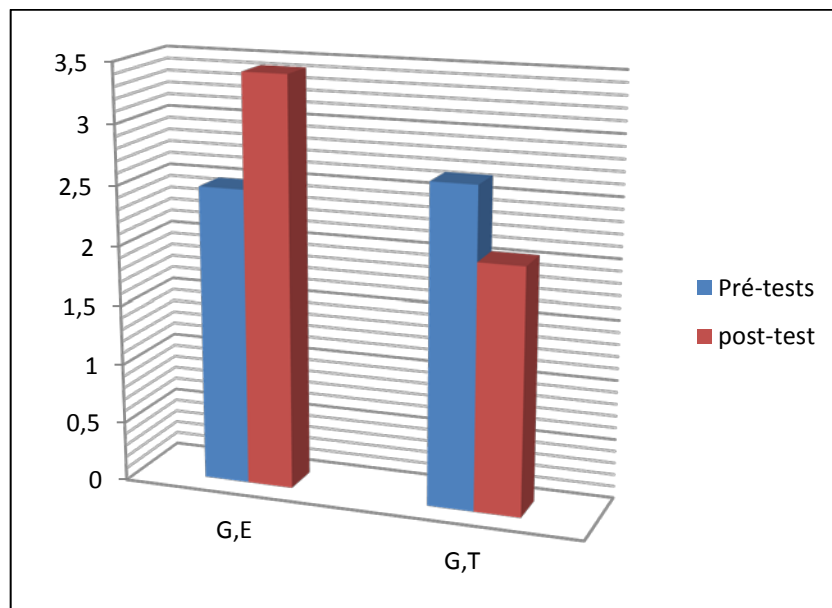
M.S Groupes	N	Pré-test		Post-Test		T calculé	T Tableau	D.D.L n-1	Signification statistique
		X	S	X	S				
Groupe expérimentale	12	2,48	0,67	3,43	0,79	13,51	1,79	11	Significatif
Groupe témoin	12	2,66	0,81	2,05	0,65	3,36			Significatif

Tableau n° (15) représentant la comparaison des résultats du Test du gainage

Dans le tableau n°15 : sont présentées les données du test du **Gainage** pour les groupes expérimental et témoin. Nous constatons que la progression est beaucoup plus nette pour le groupe expérimental qui s'est entraîné à la musculation intégrée avec un indice de progression: (G1= 3,43 et G2 =2,05).

Au seuil statistique $\alpha = 0,05$ et D.D.L 11, et le T de student tabulé =1.79, on remarque que la comparaison entre les deux groupes (G.T et G.E) durant le test de gainage et avec un « t » calculer = 13.51 < 3.36, ce qui nous amène à dire qu'il y a une différence significative entre les deux groupe concernant ce test en faveur du groupe expérimental. D'après Michel Gaillaud ; la ceinture scapulaire (épaules), les cuisses et le tronc sont également mis en jeu. Une fois produite, cette force est transmise vers les extrémités. Il est alors indispensable pour aboutir à un mouvement puissant que la transmission de la force vers les autres segments soit efficace. Ainsi, avec le gainage, cette dernière peut aller du centre de production aux extrémités, là ou elle va s'exprimer.(Michel Gaillaud, 2010).

En ce qui concerne ce test, il présente une certaine amélioration des résultats (les moyennes sont de l'ordre de $t_1 = 2.48$ et $t_2 = 3.043$) pour le groupe expérimental par rapport au groupe témoin de ($t_1 = 2.66$ et $t_2 = 2.05$). L'indice de progression est nettement significatif pour le groupe expérimental en comparaison avec le groupe témoin. Preuve que le G.E a bénéficié d'un entraînement adéquat pour le renforcement musculaire des groupes musculaires du tronc



Histogramme N° (8) : représentant la marge de progression entre le pré-test et le post test du "Gainage"

On remarque bien la grande différence de cette progression, ce qui indique que ce test a mis en évidence la nécessité d'un renforcement musculaire du tronc, et on voit bien que l'entraînement de musculation intégré pendant les 8 semaines à laisser ses effets positifs sur les joueurs.

9-Le demi-Cooper : Les résultats du test **Le demi-Cooper**, avant et après l'intervention de l'expérience mise en place pour cette étude, entre les deux groupes (G.E et G.T).

M.S Groupes	N	Pré-test		Post-Test		T calculé	T Tableau	D.D. L n-1	Significatio n statistique
		X	S	X	S				
Groupe expérimental e	1	1564,1	155,9	1647	140,94	5,84	1,79	11	Significatif
	2	7	4						
Groupe témoin	1	1509,1	152,2	1605,5	140,7	6,68			Significatif
	2	7	8	0	2				

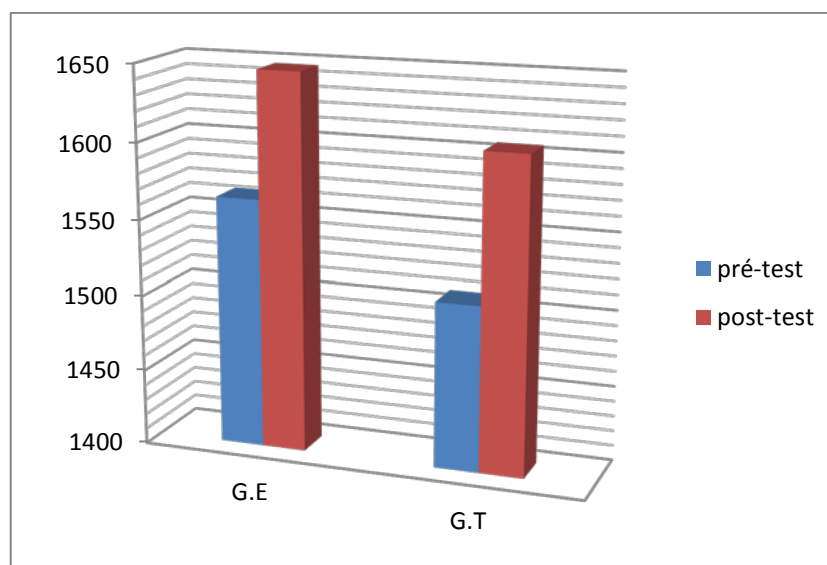
Tableau n° (16) représentant la comparaison des résultats du test demi- Cooper

Dans le tableau n° 16: sont présentés les données du test Le demi-Cooper des groupes expérimental et témoin.

Au seuil statistique $\alpha = 0,05$ et D.D.L 11, et le T de student tabulé =1.79, on remarque que la comparaison entre les deux groupes (G.T et G.E) durant le test de demi-Cooper et avec un « t » calculer = 5.084 < 6.68 ce qui nous amène à dire qu'il y a pas une différence significative entre les deux groupe concernant ce test. Mais il incite à penser que l'effet dominant des procédés de puissances pourrait se situer dans la zone d'expression. Nous constatons une nette amélioration pour les deux groupes (indice de progression: G1= 140,94 G2 = 140 ,72).

En ce qui concerne ce test, il présente une certaine amélioration des résultats (les moyennes sont de l'ordre de t1=1564,17 et t2=1647) pour le groupe expérimental par rapport au groupe témoin de (t1=1509,17 et t2=1605,50). L'indice de progression est nettement significatif pour les deux groupes expérimental témoin. Comme le démontre Alexander Dellal ; Ils permettent de travailler simultanément toutes les filières énergétiques. Durant un jeu réduit, les joueurs vont travailler à la fois techniquement, tactiquement mais également physiquement. Une des difficultés réside dans l'appréciation de l'intensité inhérente à ces jeux réduits. Ces jeux réduits sont très intéressants car ils forment le caractère des joueurs. Par exemple, lors d'un 3 contre 3 ou d'un 4 contre 4 un joueur ne peut pas se cacher car s'il se cache, s'il ne joue pas le jeu, son équipe prend immédiatement l'eau ! Tous les joueurs sont concernés. Par contre, à

partir de 5 contre 5, les joueurs peuvent noyer le poisson. Leurs activités seront moins contrôlables. (Dellal, 2008)



Histogramme N°(9): représentant la marge de progression entre le pré-test et le post test en Demi-Cooper

On remarque bien la grande différence de cette progression, ce qui indique que ce test est un test de maîtrise technique associé aux qualités musculaires de puissance et de force vitesse et là, on voit bien que l'entraînement de musculation intégré pendant les 8 semaines à laisser ses effets positifs sur les joueurs.

L'étude de J.M. Crielaard confirme que le paramétré de l'endurance a surtout été améliorée après un travail de renforcement musculaire suivit d'un travail technico-tactique dans la discipline, On observe une amélioration importante pour les abdominaux.

L'entraînement de la coordination intramusculaire et de la force endurance a également une importance variable selon le type de sport. L'entraînement de renforcement musculaire n'est que peu spécifique d'une discipline, il fait donc partie de la phase de préparation, et ceci sur une durée plus au moins prolongée. Mais « peu spécifique » ne veut pas dire que les exercices ne doivent pas être choisis attentivement. Lors de l'entraînement de renforcement musculaire, il s'agit d'activer la force de la musculature ayant un rôle important à jouer dans le sport que l'on pratique. Les exercices à la machine de force sont parfaitement indiqués dans ce but. Le muscle doit y être entraîné sur la plus grande amplitude de mouvement possible. Tous ces exercices doivent se compléter. Ce qui présuppose de bonnes connaissances de l'anatomie fonctionnelle de l'être humain et du fonctionnement des machines d'entraînement. (H.R.KUNZ, 1991).

A titre de comparaison entre les deux groupes de l'étude, nous montre qu'il y avait une différence de concernant le paramètre de la Force entre le G.E et le G.T avant l'intervention pédagogique et s'est confirmé après l'expérimentation, en faveur du groupe expérimentale.

Conclusion :

Le développement de la force et de l'explosivité se trouve au cœur de la préparation physique moderne, et plus particulièrement dans une discipline telle que le football, le développement musculaire représente une composante essentielle de l'entraînement car il permet de courir plus vite, de sauter plus haut, de lancer plus fort et de dominer son adversaire dans les duels. Lorsque l'on n'intègre pas le travail de renforcement musculaire dans les entraînements programmés dans la semaine, comme l'évoque Carpinelli " il est rare que l'entraîneur sacrifie du temps pour le développement musculaire. Pourtant, il apparaît qu'un travail relativement court, limité en séries d'effort et peu contraignant, présente une certaine efficacité". (Carpinelli RNO RM, 2004). Sans de bonnes aptitudes aérobies le joueur a du mal à récupérer, non seulement lors du match, en conséquence les replis défensifs que le joueur faisait en trottinant en première mi-temps il les fait en marchant en 2^e Mi-temps, ce qui est préjudiciable au remplacement tactique et à mes yeux c'est autant important qu'une bonne explosivité, mais également lors de la semaine de travail et de la saison.

D'une autre manière la musculation intégrée à l'entraînement des jeunes footballeurs donne des résultats significatifs et améliore considérablement les qualités musculaires et par conséquent les qualités physiques nécessaires dans la pratique du football et contribue à préparer le jeune joueur pour aborder la catégorie supérieur en toute sérénité et confiance.

Préambule :

La réalité de l'entraînement des jeunes catégories en Algérie, n'échappe à personne, car les conditions consacrées à cette formation sont loin d'être satisfaisantes pour de multiples raisons, et dans ce chapitre nous allons comparer les résultats obtenus aux hypothèses émises précédemment dans cette étude ;

Hypothèse N°1 :

- L'optimisation de la musculation intégrée et sa planification dans l'entraînement des jeunes footballeurs de moins de 18 ans ne peut qu'être bénéfique et contribue à acquérir un potentiel physique (qualités musculaires) important à la pratique du football de haut niveau.

1- Discussion des hypothèses émises:

Pour comparer ces hypothèses aux résultats obtenus à travers cette étude, nous verrons chaque hypothèse séparément pour être objectif dans notre analyse ;

1-1-Discussion de l'hypothèse 1 :

Oui, L'optimisation de la musculation intégrée et sa planification dans l'entraînement des jeunes footballeurs de moins de 18 ans ne peut qu'être bénéfique et contribue à acquérir un potentiel physique (qualités musculaires) important à la pratique du football de haut niveau, et l'amélioration des paramètres physiques nécessaire à la réalisation d'une bonne performance chez les jeunes footballeurs U-18, et pour preuve les résultats de l'étude le confirment ;

- a) pour le test de **Vitesse (20 m) sans Ballon**, il présente une certaine amélioration des résultats (les moyennes sont de l'ordre de $t_1 = 3,75$ et $t_2 = 3,37$) pour le groupe expérimental par rapport au groupe témoin de ($t_1 = 3,73$ et $t_2 = 3,75$). L'indice de progression est nettement significatif pour le groupe expérimental en comparaison avec le groupe témoin. concernant ce paramètre le groupe expérimental on constate qu'il y a une nette amélioration, après l'intervention expérimentale, et on en observant de plus près les résultats du test obtenu lors des pré-tests et des post-tests, on peut voir qu'il y a une différence significative, cependant, chez le groupe témoin on constate qu'il y a une progression non significative concernant ce paramètre. Le paramètre de la vitesse pour le groupe expérimental on constate qu'il y a une amélioration relative de la qualité vitesse, après l'intervention pédagogique, et on en observant de plus près les résultats du test de

- 20m obtenu lors des pré-tests et des post-tests, on peut voir qu'il y a une différence significative
- b) concernant **le test de Sargent**, il présente une amélioration des résultats (les moyennes sont de l'ordre de $t_1= 41.83$ et $t_2=47.83$) pour le groupe expérimental par rapport au groupe témoin de ($t_1= 37.58$ et $t_2=40.17$). L'indice de progression est nettement significatif pour le groupe expérimental en comparaison avec le groupe témoin.
 - c) Concernant le test "**La chaise**", il présente une amélioration des résultats (les moyennes sont de l'ordre de $t_1= 2.00$ et $t_2=3.47$) pour le groupe expérimental par rapport au groupe témoin de ($t_1= 2.41$ et $t_2=2.61$). L'indice de progression est nettement significatif pour le groupe expérimental en comparaison avec le groupe témoin.
 - d) Le **test de vitesse 20 m avec ballon** ce test, il présente une amélioration des résultats (les moyennes sont de l'ordre de $t_1= 4.14$ et $t_2=3.56$) pour le groupe expérimental par rapport au groupe témoin de ($t_1= 4.26$ et $t_2=4.09$). L'indice de progression est nettement significatif pour le groupe expérimental en comparaison avec le groupe témoin.
 - e) En ce qui concerne **Test navette 5+10+15 en 30 sc.** e test, il présente une certaine amélioration des résultats (les moyennes sont de l'ordre de $t_1= 117.5$ et $t_2=126.25$) pour le groupe expérimental par rapport au groupe témoin de ($t_1= 115$ et $t_2=114.58$). L'indice de progression est nettement significatif pour le groupe expérimental en comparaison avec le groupe témoin, qui a enregistré une légère diminution, on peut expliquer ca par un entraînement pauvre en exercices de type musculation.
 - f) Quant au test de **20 m sans ballon et avec changement de direction**, ce test, il présente une certaine amélioration des résultats (les moyennes sont de l'ordre de $t_1= 7.39$ et $t_2=6.64$) pour le groupe expérimental par rapport au groupe témoin de ($t_1= 7.55$ et $t_2=7.42$). L'indice de progression est nettement significatif pour le groupe expérimental en comparaison avec le groupe témoin.
 - g) S'agissant du **test vitesse 20 m avec ballon et avec changement de direction** ce test, il présente une certaine amélioration des résultats (les moyennes sont de l'ordre de $t_1= 9.75$ et $t_2=8.66$) pour le groupe expérimental par rapport au groupe témoin de ($t_1= 10.04$ et $t_2=9.98$). L'indice de progression est nettement significatif pour le groupe expérimental en comparaison avec le groupe témoin.
 - h) Alors que pour le **Test du "Gainage"** ce test, il présente une certaine amélioration des résultats (les moyennes sont de l'ordre de $t_1= 2.48$ et $t_2=3043$) pour le groupe expérimental par rapport au groupe témoin de ($t_1= 2.66$ et $t_2=2.05$). L'indice de

progression est nettement significatif pour le groupe expérimental en comparaison avec le groupe témoin. Preuve que le G.E a bénéficié d'un entraînement adéquat pour le renforcement musculaire des groupes musculaires du tronc.

- i) Le test "**Le demi-Cooper**", il présente une certaine amélioration des résultats (les moyennes sont de l'ordre de $t_1=1564,17$ et $t_2=1647$) pour le groupe expérimental par rapport au groupe témoin de ($t_1=1509,17$ et $t_2=1605,50$). L'indice de progression est nettement significatif pour les deux groupes expérimental témoin. Ce qui nous pousse à dire que l'intervention pédagogique et l'entraînement appliqué pour le développement de cette qualité physique à provoquer un changement positif et dans la faculté d'endurance et la capacité aérobie chez les joueurs de moins de 18ans

On observant ces données on peut dire que l'intervention pédagogique lors de l'expérimentation et l'entraînement pour le développement de ces qualités physique (qualités musculaires) à améliorer significativement le rendement musculaire des joueurs U-18, étant donné que ces qualités sont difficilement développables en un laps de temps aussi court que l'expérimentation a durée, et en particulier chez les footballeurs de moins de 18 ans.

Après ces constatations, on peut confirmer la première hypothèse, qui stipule que le concept de la musculation intégrée, a un impact positif sur l'entraînement des jeunes footballeurs, et il est susceptible d'améliorer les qualités physiques (les qualités musculaires) chez les jeunes joueurs de moins de 18 ans. Comme le suggère plusieurs auteurs tel que (T.O.BOMPA, 2007) ; "le renforcement musculaire avec les différentes méthodes (isotonique, pliométrique et puissance de résistance) aideront les athlètes à appliquer la série d'impulsions musculaires qui active un grand nombre de fibres FT. Une fois qu'ils parviendront, leur puissance d'accélération atteindra les niveaux souhaités", (SEGUIN, 2001) "L'efficacité de la préparation physique se mesure à travers l'amélioration des qualités physiques, mais également à travers la part des progrès qui est utilisée dans le geste sportif de compétition", (H.R.KUNZ, 1991) "Un tel entraînement permet de faire augmenter nettement la force par cm^2 de section musculaire. On comprend ainsi que la vitesse puisse également être améliorée efficacement de cette manière" et Lacroix, Cometti 2001-2002 "une coordination générale et spécifique est nécessaire pour s'adapter aux multiples changements de motricité et de déplacements, en plus de la maîtrise du jeu." (Daniel Le Gallais, 2007) Évoquent que "La composante élastique et réactive du muscle, élément décisif de la rapidité et de la puissance d'une action initiale, est entraînable avec les exercices isotoniques, balistiques, et pliométriques, que l'on peut effectuer dans une série de mouvements répétitifs ou

séparément”.(Michel Gaillaud, 2010) “Préconise qu’il est alors indispensable pour aboutir à un mouvement puissant que la transmission de la force vers les autres segments soit efficace. Ainsi, avec le gainage, cette dernière peut aller du centre de production aux extrémités, là où elle va s’exprimer.”

Pour terminer on peut dire que cette hypothèse s’est confirmée suite à l’expérimentation qu’on réalise.

Hypothèse N°2 :

- La musculation intégrée à la planification de l’entraînement à des effets néfastes sur le rendement et la performance du jeune joueur, d’une autre manière c’est un frein à son épanouissement footballistique.

1-2-Discussion de l’hypothèse N°2 :

Pour analyser et discuter la véracité de cette hypothèse, nous allons suivre la même démarche que pour l’hypothèse précédente, c’est-à-dire ; voir point par point la conformité de cette hypothèse avec les résultats obtenus lors des pré-tests et des post-tests.

Comme le démontre les résultats des tests concernant ces paramètres (qualités musculaires), on peut infirmer cette hypothèse, qui stipule que le concept de la musculation intégrée est néfaste sur le rendement et la performance du jeune joueur et c’est un frein à son épanouissement footballistique. L’étude et les résultats des tests pratiqués durant l’expérimentation ont infirmé cette hypothèse, et si on remarque la marge de progression et les indices d’amélioration obtenus par ces jeunes joueurs à l’issue de l’entraînement (G.E) de la musculation intégrée à l’entraînement du football, on ne peut que déduire que ce concept ne représente pas un frein à l’épanouissement du jeune footballeur ni sur le plan physique ni sur le plan technique. au contraire, toutes les études et recherches dans ce domaine vont à l’encontre de cette vision, et confirment que la musculation et le renforcement musculaire bien appliqués et intelligemment planifiés et programmés dans la formation des jeunes footballeurs ne peut être que bénéfique.

Pour conclure on peut dire que cette hypothèse s’est infirmée à travers l’étude expérimentale qu’on a menée, avec pour procéder ; l’utilisation méthodique et judicieuse des procédés techniques qui ont permis d’atteindre les objectifs prédéfinis au préalable.

On peut déduire que cette hypothèse s'est infirmée à travers cette étude, car le choix judicieux de la méthode ou du concept approprié dans l'approche ou la manière d'appréhender la préparation physique chez les jeunes footballeurs est déterminant dans la qualité de formation, et du modèle de joueur qu'on espère former sur de bonnes bases, sur le modèle qui se fait actuellement dans les centres de formation des pays leaders dans ce domaine.

CONCLUSION GENERALE :

Le chercheur a abouti après cette étude à la fois théorique et appliquée, à un ensemble de résultats liés à la préparation physique (la **muscultation intégrée**) des jeunes footballeurs et plus précisément l'impact du concept de la préparation physique intégrée ainsi que la muscultation intégrée sur ces jeunes, et les résultats spécifiques de cette étude on permet les observations

dans les domaines suivants :

Dans une première étape il était important de déterminer le problème et expliquer son importance et les objectifs fixés pour notre étude, et l'élaboration de la démarche scientifique de la recherche, et enfin définir le lexique utilisé et la signification des termes utilisés dans cette recherche.

Les résultats de la partie théorique:

l'adolescence est l'une des périodes les plus graves et les plus importantes de la vie d'un sportif, et ce qui se produit comme troubles et modifications dus a la croissance et la maturation est difficile à évaluer. On a préféré dans un premier temps de faire la lumière sur les caractéristiques de la croissance et les bases physiologiques de l'exercice de muscultation et dans une seconde étape, de donner une définition de la préparation physique intégrée et en particulier **la muscultation intégrée**, son importance dans le processus d'entraînement moderne, ainsi que les études similaires dans ce sens, l'optimisation et la périodisation de l'entraînement pour pouvoir inclure ce modèle de préparation dans le plan annuel. Dans une autre étape on essayer d'attirer l'attention du lecteur sur les dangers que peuvent comporter un entraînement erroné sur la sante jeune joueur.

Les résultats de la partie appliquée:

A travers la méthodologie de recherche utilisée et les procédures opérationnelles pour démontrer l'approche adoptée.

A l'analyse des résultats obtenus lors de notre étude et en comparaison avec des études similaires déjà réaliser dans ce sens, a savoir l'impact de **la muscultation intégrée**, et la place qu'elle occupe dans la sollicitation et l'amélioration des paramètres physiques et des jeunes footballeurs, ces études on montrés qu'en se basant sur l'utilisation comme procédé d'entraînement certains exercices et procédés de renforcement musculaire permettraient

d'atteindre un niveau équivalent à celui obtenu au cours d'exercices de musculation en salle si non meilleures, parce que ces derniers se rapprochent de réalité de la discipline football et les exigences de cette activité comme l'évoque Alexandre Dellal "les exigences athlétiques pour atteindre le haut niveau sont grandes. Le joueur d'aujourd'hui parcourt des distances importantes, de 9 à 15 Km selon les postes et profil de jeu" et (Röhm, 1992) "Les qualités d'explosivité et de force sont essentielles, lui permettant d'être performant sur les nombreuses actions brèves et intenses qui seront déterminantes dans le jeu. Enfin, une coordination générale et spécifique est nécessaire pour s'adapter aux multiples changements de motricité et de déplacements, en plus de la maîtrise du jeu et du ballon."

Sur 90 mn de jeu on compte environ 60 mn de jeu effectif, sur ces 60 mn les joueurs, selon les postes, courent seulement 20 à 40 % (soit 12 à 24 mn) (fig. 1). Sur ce temps de course on compte en moyenne 3 km de marche, et 7 km de course. Ces 7 km de course se décomposent en 64 % de course lente aérobie, 24 % de course à allure moyenne anaérobie (environ 80 % de V02 max., soit 10 à 17 km/h) et 14 % de course de haute intensité (18 à 27 km/h). Toujours selon Dufour (1990), le nombre de sprints courts (10-15 m, 2 à 3 s.) a augmenté au cours de l'histoire du football pour passer de 70 en 1947 à 145 en 1970 et enfin 195 en 1989. La figure 2 représente la fréquence des différentes distances de course au cours d'un match. (Dellal, 2008.)

Un entraînement spécifique à base d'exercices de renforcement intégrés à l'entraînement du football permettait d'approcher des valeurs équivalentes à celles obtenues lors d'exercices en salles et probablement mieux et plus efficaces car ils ont une relation étroite avec la discipline. Ils permettent aussi une mobilisation intense du système aérobie. La sollicitation préférentielle du processus anaérobie alactique ou lactique dépend du type de fragmentation du temps de jeu.

Un des principaux atouts de cette méthode d'entraînement est la présence de la balle lors de l'entraînement et l'obligation de se déplacer par rapport aux adversaires et coéquipiers dans des conditions similaires à celles du **jeu**. La mise en place d'**une musculation intégrée** et adaptée au sportif, nécessite la parfaite connaissance du niveau de maturation de l'athlète, et des périodes les plus favorables pour le travail et le développement des paramètres des qualités physiques. Il est nécessaire de toujours avoir comme objectif, l'adéquation des ressources des individus avec les contraintes imposées par la discipline (football).

Dans cette optique, **la musculation intégrée** doit être gérée avec le maximum de sécurité, en respectant l'intégrité du jeune footballeur. Ainsi on ne cherchera pas à développer la force maximale et à utiliser des exercices non appropriés chez les jeunes footballeurs (adolescents) ou, chez des individus non spécifiquement préparés.

Après avoir analysé différentes qualités physiques que requière la discipline, succèdera l'évaluation des qualités physiques du footballeur, afin de déterminer son profil général et mettre en place une action visant le développement des points faibles et l'entretien des points forts. Tout en respectant les objectifs fixes, et le profil du poste occupé par le joueur, **la musculation intégrée** tend à mettre en place un ensemble de moyens et de méthodes visant l'augmentation du potentiel physique du joueur en intégrant les spécificités de la discipline.

En conclusion, n'interprétez pas dans ma démarche que je dis que l'entraînement de la force et le renforcement musculaire sont les seules composants de la performance à optimiser lors de l'entraînement du football, par contre je dis bien qu'il ne doivent pas être un maillon faible mais l'un des maillons clé de la performance au même titre que la technique et la tactique et les autres paramètres physiques (l'endurance, la vitesse, la souplesse, la coordination...etc,et sans oublier les entraînements avec ballons.

Toutefois et en se référant aux dernières compétitions internationales, les équipes nationales algériennes et les joueurs algériens ne rivalisent pas avec les équipes africaines et européennes sur le plan de la puissance et la vélocité, qui se reflètent sur les résultats obtenues. En supervisant les matchs de ces catégories, la première constatation qui saute aux yeux c'est la puissance et la force musculaire que dégagent les joueurs africains et l'explosivité dans les efforts en plus de la vitesse gestuelle qui accompagne les gestes techniques.

La formation des joueurs africains s'oriente non seulement sur le plan technique mais également sur le développement des qualités physiques nécessaires à la pratique du football et spécialement les qualités musculaires (force, explosivité, puissance).

La leçon qu'on peut en tirer, c'est que ce sont des joueurs "précoces" qui peuvent intégrer les équipes séniors prématurément et évoluer dans les plus grands clubs européens. et sont capables de rivaliser avec les plus prestigieux centres de formation dans le monde, alors qu'ils ne possèdent pas des infrastructures énormes et des moyens pédagogiques colossaux.

Mais le paradoxe c'est qu'ils utilisent des moyens pédagogique de base et peu coûteuses, avec une optimisation maximale pour bénéficier d'un entraînement efficace et accompagne le jeune joueur pour acquérir un potentiel physique important pour la suite de sa carrière footballistique.

Déterminer l'impact de **la musculation intégrée** sur la performance chez les jeunes footballeurs, telle était notre ambition de départ. Au terme de ce travail, quel bilan pouvons-nous dresser ?

Le but de cette étude était d'observer et d'analyser un processus d'entraînement des jeunes footballeurs algériens U-18 à partir des séances et/ou des exercices types d'entraînement (musculation, renforcement musculaire et pliométrie).

Cette analyse avait pour finalité de quantifier et de qualifier l'activité du footballeur lors d'un cycle de préparation ,notre étude a permis de déterminer l'entraînement spécifique du footballeur et les différences qui la caractérise, Certains entraîneurs préconisent un entraînement de force d'avant saison exclusivement dans la salle. Ces entraînements sont constitués d'exercices de musculation généraux et standards où toutes les disciplines se rejoignent, car ils permettraient une sollicitation physique presque identique à celle d'exercices physiques spécifiques au football. Néanmoins, ces exercices de musculation intégrée présentent une variabilité plus importante que celle des exercices en salle. Cette forme de travail ne permet pas un contrôle rigoureux de l'activité des jeunes joueurs. Ainsi, en accord avec les objectifs de l'entraînement, l'entraîneur devra choisir entre un entraînement physique contrôlé classique (exercices en salle) et un entraînement physique intégré (**musculation intégrée**) plus difficilement contrôlable (exercices de musculation intégrée à l'entraînement spécifiques du football). Il a été démontré, que même dans une activité à forte composante technique, la préparation physique peut être utile, soit pour diminuer l'intensité relative à l'exécution d'un exercice donné, soit pour donner une capacité supplémentaire, qui permet au sportif de haut niveau de réaliser une meilleure performance aussi bien au niveau physique, énergétique, technique que tactique.

La préparation physique doit prendre en compte le fait que souvent, le sportif doit mener de front pratique sportive et activité professionnelle ou scolaire. Ces disponibilités personnelles, doivent être agencées aux disponibilités matérielles, et aux moyens de récupération.

La transposition des procédés d'entraînement de l'adulte à l'adolescent, nécessite la connaissance des caractéristiques physiologiques de chaque phase de la croissance. Dans tous les cas de figure, le travail chez l'adolescent repose sur la connaissance de l'âge biologique et la préparation physique et **la musculation intégrée** doivent donc être envisagées avec beaucoup de rigueur et ce, dès le plus jeune âge, sous peine d'hypothéquer une partie des possibilités de jeunes joueurs talentueux.

Le concept de préparation physique générale (PPG) est aujourd'hui considéré comme obsolète. La préparation physique peut prendre différentes formes selon qu'elle se situe en amont ou à côté de l'entraînement général. On parle de préparation physique intégrée et **musculation intégrée**, associées ou dissociées pour les distinguer, mais toutes conservent un ancrage fort dans les spécificités et les exigences de la spécialité préparée.

Dans le domaine de la musculation, Gille Cometti préconise d'enchaîner dans la même séance et même d'alterner entre chaque série les exercices généraux et spécifiques, afin de transférer les acquis physiques sur le plan technique.

On peut aussi enchaîner dans la programmation d'entraînement une période de développement de force et une période de travail technique. Intégrer à l'entraînement football une composante physique, Le transfert se fera directement sur le terrain avec des consignes spécifiques.

L'intégration de ces nouvelles qualités athlétiques dans des activités de jeu qui sont complexes (encore appelé transfert de qualité) et prioritairement sur l'intégration des qualités physiques acquises dans les habiletés spécifiques pour atténuer le problème évoqué précédemment mais dans ce cas le temps consacré à la recherche du gain athlétique sera moindre et le gain athlétique sera beaucoup plus long à obtenir mais par contre le gain de performance spécifique sera plus rapide.

Dans les pratiques d'entraînement, cette catégorie d'exercices est souvent un chaînon manquant préjudiciable aux progrès des jeunes joueurs. Est-il possible, sinon souhaitable de vouloir développer simultanément des qualités physiques non spécifiques et spécifiques.

RECOMMANDATIONS:

Suite aux résultats de cette recherche, nous recommandons ce qui suit:

- L'importance de **la musculation intégrée** dans la préparation physique des jeunes footballeurs.
- l'attention particulière à **la musculation intégrée** et la formation des entraîneurs des catégories jeunes, le cas échéant et de la nature spécifiques de ces catégories.
- impliquer les responsables des clubs de mettre à la disposition des entraîneurs les moyens en termes d'installations, d'outils et de matériels pédagogiques pour réaliser les objectifs tracés.
- Sensibiliser les fédérations et ligues.....

Il y a un meilleur transfert avec la performance spécifique au football dans l'entraînement physique avec des exercices de renforcement musculaire suivi d'un travail technico-tactique

Les joueurs s'entraînant à base d'exercices de renforcement musculaire suivi d'un travail technico-tactique, s'améliorèrent sur les sprints et en agilité.

Pour l'acquisition du niveau physique optimum, il est bon d'inclure dans le cycle physique les exercices de musculation intégrée suivi d'exercices avec ballon. Ceux-ci, sans que le joueur ne s'en rende compte, lui fera travailler les différentes composantes souhaitées en fonction de l'exercice choisi.

Pensez donc bien qu'un banal exercice de renforcement musculaire suivi d'un travail de conservation de balles ait plus d'impact physique sur vos joueurs que vous ne le pensez.

Aux entraîneurs donc de ne pas trop charger les joueurs en exercices physiques en ajoutant trop d'exercices sans ballon.

La préparation physique doit être au service du jeu. Il faut donc savoir changer la planification du travail physique de la phase de préparation générale en travail spécifique avec ballon et jeu et ce en conservant l'intensité et la durée des séances avec ballon.

Le but de l'entraînement y sera de favoriser cette adaptation motrice. Cette faculté d'adaptation motrice se travaille sur des exercices psychomoteurs. Ceux-ci, une fois maîtrisés trouvent pleinement leurs places dans le travail physique et permettent de travailler ainsi les qualités musculaires ainsi que le déplacement et de coordination sur des volumes importants

et à de hautes intensités : je pense forcément aux exercices de motricités types parcours avec ballon (circuits techniques).

Je préconise aussi d'associer les exercices de renforcement musculaire autour d'un terrain de football aux exercices suivants ;

- ✓ Les exercices de 8 contre 8 à 5 contre 5: Ceux-ci sont adaptés au développement de la capacité aérobie (85/90% fcmax).
- ✓ Les exercices de 4 contre 4 à 3 contre 3: Ceux-ci sont adaptés au développement de la puissance aérobie. (90/95% fcmax).
- ✓ Les exercices de 2 contre 2 : Ceux-ci sont adaptés au développement des capacités anaérobies (vitesse, explosivité).
- ✓ Les exercices de possession de balle sans gardien augmentent l'intensité en réduisant les arrêts de jeu.

Par conséquent, des exercices de possession sans gardien permettent d'effectuer un travail avec plus de joueurs en maintenant une intensité importante. De plus, en donnant des consignes comme par exemple la réduction du nombre de touches de balle, le rythme de jeu s'accélère augmentant encore l'intensité.

Dans l'actualité du football moderne, l'entraînement physique avec ballon a gagné en popularité grâce aux études scientifiques et à l'adaptation de ces recherches pour les équipes professionnelles. Les résultats leurs donnent évidemment raison. Nous pouvons affirmer que ne pas les utiliser serait une erreur méthodologique dans la logique de l'entraînement.

BIBLIOGRAPHIE :

1. Abrahams, D. S. (2013). *SPORTS INJURIES in CHILDREN and ADOLESCENTS*. Xlibris Corporation.
2. -Alexandre DELLAL. Marion DERAND. (2009) *Entraîner les jeunes footballeurs ; de boeck* .
3. Bell. (2000). *Effect of concurrent strength and endurance training on skeletal muscle properties and hormone concentrations in humans*. Appl Physiol.
4. BENSAHEL, H. (2006). *L'enfant et la pratique sportive*. paris: MASSON.
5. BILAT, V. (2003). *PHYSIOLOGIE ET METHODOLOGIE DE L'ENTRAINEMENT*. paris: de boeck .
6. Carpinelli RNO RM, W. R. (2004). *A critical analysis of the ACSM position stand on resistance training: insufficient évidence to support recommended training protocols*. Physio.
7. Cometti, G. (2014). *Le developpement du jeune footballeur*. Dijon.
8. Cometti. (2002). *La préparation physique en football*. ;. Paris: Chiron.
9. Daniel Le gallais, G. M. (2007). *LA PREPARATION PHYSIQUE, optimisation et limites de la performance sportive*. paris: MASSON.
10. Dellal, A. (2008). *De l'entraînement à la performance en football*. paris: De Boeck Supérieur,.
11. Dellal, A. (2008.). *De l'entraînement à la performance en football*, paris: De Boeck.
12. DURET, D. D. (2004). *LEXIQUE THEMATIQUE en sciences et techniques des activités physiques et sportives*. paris: VIGOT.
13. Gorostiaga, E. (2006). *Differences in physical fitness and throwing velocity among elite*. Sports Med.
14. H.R.KUNZ. (1991). *L'ENTRAINEMENT DE FORCE, théorie et pratique*. paris: MASSON.
15. JACQUES, Q. (1997). *ENTRAINEMENT DE LA FORCE, SPECIFICITE ET PLANIFICATION*. PARIS: INSEP.
16. Leroux, p. (2006). *Football, planification et entraînement*, paris: Amphora.
17. LESSARD-HEBERT.M, G. G. (1997). *LA RECHERCHE QUALITATIVE* : paris : éditions De Boeck Université.
18. Malina RM, B. C. (1991). *Growth, maturation and physical activity*. USA: human kinetiks.

19. MARSEILLOU, P. (2003). *Objectifs, cycles et séances avec préparation physique intégrée*,. . paris: éditions ACTIO.
20. Michel Gaillaud, O. P. (2010). *Gainage pour le footballeur*. paris: Amphora.
21. PERREY, G. M. (2007). *PHYSIOLOGIE DE L'EXERCICE MUSCULAIRE*. paris: ELLIPSES.
22. Rhodri S. Lloyd, J. L. (2013). *Strength and Conditioning for Young Athlètes: Science and Application*. Cardiff : Routledge.
23. SEGUIN, F. G. (2001). *Initiation et perfectionnement des jeunes*. . paris: AMPHORA.
24. T.O.BOMPA. (2007). *PERIODISATION DE L'ENTRAINEMENT programme pour 35 sports*. paris: Vigot
25. Thomas Reilly, F. K. (2008). *Science and Football*. Routledge.
26. WEINECK, J. (1990). *Manuel d'entraînement*. paris: VIGOT.
27. -Jaques LA GUYADER ; (2005) manuel de préparation physique ; CHIRON
28. -COMETTI Gilles ; (2005).Préparation physique en football ; CHIRON.
29. -Alexandre DELLAL ; de l'entraînement a la performance en football ; De bœck 2008.
30. -Frédéric LAMBERTIN ; préparation physique intégrée ; AMPHORA 2000.
31. - -Frédéric BODINEAU ; FOOTBALL, jeux et jeux réduits (aspects techniques, tactiques et psychologiques) ; AMPHPRA2007.
32. -Bernard TURPIN ; préparation et entraînement du footballeur ; AMPHORA 1998.
33. -R.Taeleman, J.P Hauzeur ; l'entraînement du jeune footballeur ; AMPHORA 1981.
34. -BERNARD Turpin ; FOOTBALL préformation et formation ; AMPHORA1993.
35. -Jaques LE GUYADER ; manuel de préparation physique ; CHIRON.
36. -Emmanuel LEGEARD ; FORCE, Entraînement et musculation ; AMPHORA 2005.
37. -LADISLAV Horsky ; ENTRAINEMENT DE FOOTBALL ; Edition EURHA SPORT Amsterdam 1986.
38. -Alexandre DELLAL ; de l'entraînement a la performance en football ; de bœck 2008.
39. -Jürgen WEINECK ; Biologie du sport ; VIGOT 1997.
40. -Henri BENSANEL ; L'enfant et la pratique sportive ; édition MASSON.

- 41.-Didier DELIGNIERES/Pascal DURET ; LEXIQUE THEMATIQUE en sciences et techniques des activités physiques et sportives ; VIGOT 2004.
- 42.-Jean Luc Cayla et Rémy Lacrampe ; MANUEL PRATIQUE de l'entraînement ; Amphora 2007.
- 43.-Frédéric BODINEAU ; FOOTBALL, jeux et jeux réduits ; Amphora2007.
- 44.-Claude DOUCET ; Football, psychomotricité du jeune joueur, de l'éveil a la performance ; Amphora2007.
- 45.-Cyril VANLERBERGHE ; Football, 360 exercices et jeux pour tous ; Amphora 2006.
- 46.-A.Kuk, A.Benigni, M.Gandin, A.Preda, B.Lebourg ; FOOTBALL ; éditions de VECCHI 1999.
- 47.-Bernard BRUGGMANN ; 1000 exercices et jeux de football ; VIGOT 1986.
- 48.-A.Benigni ; LE CONTROLE DU BALLON ; éditions de VECCHI1998.
- 49.-Emmanuel Van Praagh ; Physiologie du sport, Enfant et adolescent ; de boeck 2007.
- 50.-G.Dupont, L.Bosquet ; Méthodologie de l'entraînement ; éditions ellipses29-Patrice MARSEILLOU ; Objectifs, cycles et séances avec préparation physique intégrée ; éditions ACTIO
- 51.-André Giordan ; Une didactique pour les sciences expérimentales éditions BELIN 1999
- 52.-Michelle LESSARD-HEBERT, Gabriel GOYETTE, Gérald BOUTIN ; LA RECHERCHE QUALITATIVE ; éditions De Boeck Université 1997.
- 53.-Michel Beaud ; L'art de la thèse ; éditions CASBAH 33-Philippe le ROUX ; Planification et entraînement, pour atteindre la performance ; AMPHORA 2006.
- 54.-Bernard TURPIN ; FOOTBALL, préformation et formation ; AMPHORA 1993.
- 55.-Alexandre DELLAL ; ENTRAINER les jeunes footballeurs ; éditions De Boeck
- 56.Carole SEVE, Jaques SAURY ; L'ENTRAINEMENT ;
- 57.-Jean ROBERT FAUCHER ; FOOTBALL la formation initiale 12-16 ans ; AMPHORA 2008.
- 58.-François GIL, Christian SEGUIN ; 180 et jeux, Initiation et perfectionnement des jeunes ; AMPHORA 2001.
- 59.-Stéphane ABOUTOIH I ; FOOTBALL, guide de l'éducateur sportif ; édition ACTIO 2006.

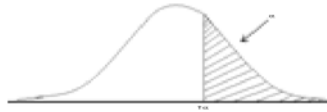
60. -Peter HASSMAN ; Goran KENTTA ; prévention du surentrainement (évaluation et technique de récupération) ; édition MASSON1999.
61. -Jean Paul ANCIAN ; FOOTBALL une préparation physique programmée ; AMPHORA 2008.
62. -Eric CABALLERO ; FOOTBALL, entrainement pour tous ; AMPHORA 205.
63. -G.Dupont et L.Bosquet ; Méthodologie de l'entraînement ; Ellipses éditions 2007.
64. -Yves Calvin et Jocelyn Waty ; Entraîneur de football, la technique corriger pour progresser ; ACTIO 2006.
65. -François GIL et Patrice LECORNU ; Carnet de l'éducateur de football ; AMPHORA 1996.
66. -René TAELEMAN ; Echauffement avec ballon ; AMPHORA 2003.
67. -Richard A.SCHMIDT ; Apprentissage moteur et performance ; VIGOT 1993.
68. -Docteur CHRISTIAN MANDEL ; A.B.C du jeune sportif ; HACHETTE/CARRERE 1990.
69. -Jeroni Saura/Rosa Sole Cases ; Entraînement PHYSIQUE du sportif ; AMPHORA 1999.50-Christophe Carrio ; PLYOMETRIE et performance sportive ; AMPHORA 2001.
70. -Claude DOUCET ; FOOTBALL, psychomotricité du jeune joueur-de l'éveil a la performance ; AMPHORA 2007.
71. -Marc VOUILLOT ; La force athlétique ; édition CHIRON2005.
72. -I.N.S.E.P.Les dossiers de l'entraîneur ; LE RENFORCEMENT MUSCULAIRE ; 1985.
73. N.AUSTE ; l'entraînement de l'endurance ; Vigot 1996.
74. -Marc BARTHELEMY/Bernard GOURMELEN ; manuel des écoles de football et du jeune footballeur ; CHIRON SPORTS 1985.
75. -Bernard TURPIN ; PREPARATION ET ENTRAINEMENT du footballeur (préparation physique) ; AMPHORA 2002.
76. -Frédéric BODINEAU ; FOOTBALL, eux et jeux-réduits ; AMPHPRA 2007.
77. -Michel DUMONT ; FOOTBALL, 200 jeux a thèmes ; AMPHORA 2003.
78. -Georges LAMBERT ; ENTRAINEMENT SPORTIF par questions et réponses ; CHIRON SPORT 1986.
79. -Emmanuel LEGEARD ; FORCE entrainement et musculation ; AMPHORA 2005.
80. -Claude DOUCET ; FOOTBALL, entraînement tactique ; AMPHORA 2002.

- 81.-Mirco VISENTINI ; ENTRAINEUR DE FOOTBALL ; les systèmes du jeu, questions/réponses ; Edison ACTIO 2006.
- 82.-Jocelyn WATY/Yves CALVIN ; FOOTBALL, l'entraîneur amateur entre objectifs et contraintes ; Edition ACTIO 2004.
- 83.-Jean Luc CAYLA/Rémy LACRAMPE ; Manuel pratique de l'entraînement, 110 questions/réponses développées ; AMPHORA 2007.
- 84.-Patrice MARSEILLOU ; FOOTBALL, programmation annuelle d'entraînement ; Edition ACTIO 2003.
- 85.-François GIL/Christian SEGUIN ; Initiation et perfectionnement des jeunes ; AMPHORA 2001.
- 86.- Didier REISS/Pascal PRÉVOST, La bible de la préparation physique, édition Amphora 2013.

Les thèses en français :

M. ABDELMALEK ; MATURATION BIOLOGIQUE ET VALEUR PHYSIQUE, Eléments pour une évaluation différenciée en fonction des niveaux de maturation biologique chez des footballeurs de 11 à 16 ans ; Alger 2006/2007.

TABLE : LOT DE STUDENT



LA TABLE DES DONNEES DE LA VALEUR T_α TELLE QUE $\alpha = P(T > T_\alpha)$

D.D.L									
	0.30	0.20	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005	0.001	0.0005
1	0.727	1.376	3.078	6.314	12.706	31.821	318.31	636.62
2	0.617	1.061	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	22.327	31.598
3	0.584	0.978	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	10.215	12.924
4	0.569	0.941	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	7.173	8.610
5	0.559	0.920	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	5.893	6.869
6	0.553	0.906	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	5.208	5.959
7	0.549	0.896	1.415	1.895	2.363	2.998	4.490	4.785	5.408
8	0.546	0.889	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	4.501	5.041
9	0.543	0.883	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	4.297	4.781
10	0.542	0.879	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	4.144	4.587
11	0.540	0.876	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	4.025	4.437
12	0.539	0.873	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	3.930	4.318
13	0.538	0.870	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	3.852	4.221
14	0.537	0.868	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	3.787	4.140
15	0.536	0.866	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	3.733	4.073
16	0.535	0.865	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	3.686	4.015
17	0.534	0.863	1.333	1.740	2.110	2.567	2.989	3.646	3.965
18	0.534	0.863	1.333	1.740	2.110	2.567	2.989	3.646	3.965
18	0.534	0.534	0.862	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	2.611
19	0.533	0.861	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.878	2.611
20	0.533	0.860	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.552	3.850
21	0.532	0.532	0.859	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	2.527
22	0.532	0.859	1.321	1.717	2.074	2.508	2.....	3.505	3.792
23	0.532	0.858	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.....	3.....
24	0.531	0.857	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.467	3.745
25	0.531	0.856	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.450	3.725
26	0.531	0.856	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.435	3.707
27	0.531	0.855	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.421	3.690
28	0.530	0.855	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.408	3.674
29	0.530	0.854	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.396	3.695
30	0.530	0.854	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.385	3.646
40	0.529	0.851	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	3.397	3.551
60	0.527	0.848	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	3.232	3.460
100	0.526	0.845	1.290	1.660	1.984	2.364	2.625	3.174	3.391
∞	0.524	0.842	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	3.090	3.291

W.A.M

LISTE DES JOUEURS (U-18) SAISON 2014/2015

PRES-TESTS D'EVALUATION DU POTENTIEL PHYSIQUE.

GRUPE EXPERIMENTALE : DATE : le 23/09/2014

N°	NOMS	PRENOMS	Demi-Cooper (6 mn)	Vitesse (20 m) sans Ballon (S)	Test de Sargent (Cm)
01	CHEMOUMA	YOUCEF	1620 m	3.28	36 Cm
02	BELOUMI	BELKACEM	1600 m	3.67	35 Cm
03	HAMDOUNE	HOUSSEM	1550 m	3.28	40 Cm
04	CHERIF	YACINE	1600 m	3.81	35 Cm
05	LASFER	BENAISSA	1500 m	3.73	38 Cm
06	OUAICHIA	OUSSAMA	1350 m	3.80	40 Cm
07	HAMADOUCHE	MUSTAPHA	1550 m	3.48	48 Cm
08	MOURAD	LAID	1850 m	3.74	42 Cm
09	BOUAZA	BELKACEM	1550 m	3.54	40 Cm
10	HALOUI	FAYCAL	1500 m	3.64	45 Cm
11	DJABELLAH	SAHRAOUI	1800 m	3.50	48 Cm
12	DAHMENE	HAMZA	1300 m	3.38	55 Cm

N°	NOMS	PRENOMS	LA CHAISE (Mn)	Vitesse (20 m) avec ballon (Sc)	Test Navette 5+10+15+20+25+30 m...(30 Sc)
01	CHEMOUMA	YOUCEF	1.15	4.22	125 m
02	BELOUMI	BELKACEM	5.55	4.27	115 m
03	HAMDOUNE	HOUSSEM	1.50	4.18	115 m
04	CHERIF	YACINE	2.30	4.23	120 m
05	LASFER	BENAISSA	0.45	4.01	115 m
06	OUAICHIA	OUSSAMA	0.58	4.08	115 m
07	HAMADOUCHE	MUSTAPHA	2.20	4.06	120 m
08	MOURAD	LAID	4.25	4.07	115 m
09	BOUAZA	BELKACEM	1.10	3.87	120 m
10	HALOUI	FAYCAL	2.10	4.60.	110 m
11	DJABELLAH	SAHRAOUI	1.46	3.99	120 m
12	DAHMENE	HAMZA	1.34	4.14	120 m

N°	NOMS	PRENOMS	Vitesse (20m) sans Ballon et avec changement de direction (Sc)	Vitesse (20 m) avec Ballon et avec changement de direction (Sc)	Test du GAINAGE(Mn)
01	CHEMOUMA	YOUCEF	7.26	10.95	3.25 mn
02	BELOUMI	BELKACEM	7.41	9.50	2.20 mn
03	HAMDOUNE	HOUSSEM	7.62	9.51	2.50 mn
04	CHERIF	YACINE	7.61	10.34	2.40 mn
05	LASFER	BENAISSA	7.37	10.91	4.00 mn
06	OUAICHIA	OUSSAMA	7.52	9.76	1.40 mn
07	HAMADOUCHE	MUSTAPHA	7.33	9.51	2.40 mn
08	MOURAD	LAID	8.07	9.15	2.20 mn
09	BOUAZA	BELKACEM	6.79	9.04	2.20 mn
10	HALOUI	FAYCAL	7.07	10.00	2.00 mn
11	DJABELLAH	SAHRAOUI	7.11	8.71	3.00 mn
12	DAHME	HAMZA	7.52	9.58	2.15 mn

LISTE DES JOUEURS (U-18) SAISON 2014/2015

PRES-TESTS D'EVALUATION DU POTENTIEL PHYSIQUE.

GROUPE TEMOIN : DATE : le 23/09/2014

N°	NOMS	PRENOMS	Demi-Cooper (6 mn)	Vitesse (20 m) sans Ballon(Sc)	Test de Sargent (Cm)
01	BELHASKA	ABDENNOUR	1600 m	3.54	30 Cm
02	BENSLIMANE	SALAH	1600 m	3.91	28 Cm
03	BELHASKA	ABDELHAK	1350 m	3.79	43 Cm
04	MAHFOUD	DJOUHER	1550 m	3.77	40 Cm
05	CHENOUNE	AMINE	1700 m	3.47	50 Cm
06	AHMED	FOUATIH HAKIM	1650 m	3.64	36 Cm
07	MEHAL	EL HADJ	1700 m	3.68	43 Cm
08	GOUAICHE	RACHID	1560 m	3.60	40 Cm
09	BOU TLIDJA	MOHAMED	1350 m	3.68	38 Cm
10	BENKADDOUR	KARIM	1450 m	3.92	38 Cm
11	BELALIA	ABDERRAHMEN	1300 m	4.06	30 Cm
12	KATBI	RACHID	1300 m	3.72	35 Cm

N°	NOMS	PRENOMS	LA CHAISE (mn)	Vitesse (20 m) avec ballon (Sc)	Test Navette 5+10+15...(30 Sc)
01	BELHASKA	ABDENNOUR	4.00	4.28	120 m
02	BENSLIMANE	SALAH	5.55	4.27	115 m
03	BELHASKA	ABDELHAK	1.50	4.18	115 m
04	MAHFOUD	DJOUHER	0.57	4.15	115 m
05	CHENOUNE	AMINE	3.05	4.16	110 m
06	AHMED	FOUATIH HAKIM	1.43	4.56	115 m
07	MEHAL	EL HADJ	2.58	4.12	120 m
08	GOUAICHE	RACHID	2.45	4.25	115 m
09	BOUTLIDJA	MOHAMED	3.00	4.30	110 m
10	BENKADDOUR	KARIM	1.45	4.21	115 m
11	BELALIA	ABDERRAHMEN	1.02	4.59	110 m
12	KATBI	RACHID	2.35	4.11	120 m

N°	NOMS	PRENOMS	Vitesse (20m) sans Ballon et avec changement de direction (Sc)	Vitesse (20 m) avec Ballon et avec changement de direction (Sc)	Test du GAINAGE (Mn)
01	BELHASKA	ABDENNOUR	7.75	10.04	3.40 mn
02	BENSLIMANE	SALAH	7.06	9.62	3.00 mn
03	BELHASKA	ABDELHAK	7.92	10.26	2.00 mn
04	MAHFOUD	DJOUHER	7.23	10.72	3.00 mn
05	CHENOUNE	AMINE	7.62	9.31	3.20 mn
06	AHMED	FOUATIH HAKIM	8.19	11.13	1.30 mn
07	MEHAL	EL HADJ	7.98	9.76	2.20 mn
08	GOUAICHE	RACHID	7.47	9.67	4.20 mn
09	BOUTLIDJA	MOHAMED	7.84	9.91	2.20 mn
10	BENKADDOUR	KARIM	6.96	9.16	3.30 mn
11	BELALIA	ABDERRAHMEN	7.55	10.38	2.16 mn
12	KATBI	RACHID	7.08	10.46	2.00 mn

W.A.M

LISTE DES JOUEURS (U-18) SAISON 2014/2015

POST-TESTS D'ÉVALUATION DU POTENTIEL PHYSIQUE

GROUPE EXPERIMENTALE :

DATE : le 25/11/2014

N°	NOMS	PRENOMS	Vitesse (20m) sans Ballon et avec changement de direction (Sc)	Vitesse (20 m) avec Ballon et avec changement de direction (Sc)	Test du GAINEGE(Mn)
01	CHEMOUMA	YOUCEF	6.46	8.79	4.40 mn
02	BELOUMI	BELKACEM	6.65	8.40	3.30 mn
03	HAMDOUNE	HOUSSEM	6.70	8.50	3.20 mn
04	CHERIF	YACINE	6.48	9.44	3.40 mn
05	LASFER	BENAISSA	6.57	9.94	5.10 mn
06	OUAICHIA	OUSSAMA	6.68	8.82	2.30 mn
07	HAMADOUCHE	MUSTAPHA	6.76	8.64	3.55 mn
08	MOURAD	LAID	7.06	8.79	3.30 mn
09	BOUAZA	BELKACEM	6.32	7.30	3.10 mn
10	HALOUI	FAYCAL	6.97	8.68	3.00 mn
11	DJABELLAH	SAHRAOUI	6.35	7.90	4.10 mn
12	DAHME NE	HAMZA	6.70	8.71	2.45 mn

N°	NOMS	PRENOMS	Demi-cooper (6 mn)	Vitesse (20 m) sans Ballon (S)	Test de Sargent (Cm)
01	CHEMOUMA	YOUCEF	1750 m	3.20	45 Cm
02	BELOUMI	BELKACEM	1700 m	3.40	42 Cm
03	HAMDOUNE	HOUSSEM	1600 m	3.12	49 Cm
04	CHERIF	YACINE	1600 m	3.81	35 Cm
05	LASFER	BENAISSA	1550 m	3.25	45 Cm
06	OUAICHIA	OUSSAMA	1500 m	3.50	48 Cm
07	HAMADOUCHE	MUSTAPHA	1620 m	3.22	52 Cm
08	MOURAD	LAID	1900 m	3.62	50 Cm
09	BOUAZA	BELKACEM	1700 m	3.15	47 Cm
10	HALOUI	FAYCAL	1550 m	3.57	50 Cm
11	DJABELLAH	SAHRAOUI	1850 m	3.30	53 Cm
12	DAHME NE	HAMZA	1420 m	3.25	58 Cm

N°	NOMS	PRENOMS	LA CHAISE (Mn)	Vitesse (20 m) avec ballon (Sc)	Test Navette 5+10+15+20+2 5+30 m...(30 Sc)
01	CHEMOUMA	YOUCEF	2.30	3.84	135 m
02	BELOUMI	BELKACEM	6.00	3.32	125 m
03	HAMDOUNE	HOUSSEM	3.00	3.65	125 m
04	CHERIF	YACINE	3.50	3.78	130 m
05	LASFER	BENAISSA	2.40	3.18	125 m
06	OUAICHIA	OUSSAMA	4.30	3.49	120 m
07	HAMADOUCHE	MUSTAPHA	4.35	3.31	130 m
08	MOURAD	LAID	5.20	3.86	125 m
09	BOUAZA	BELKACEM	2.45	3.33	130 m
10	HALOUI	FAYCAL	3.10	3.86	125 m
11	DJABELLAH	SAHRAOUI	2.50	3.40	125 m
12	DAHME NE	HAMZA	2.55	3.73	120 m

POST-TESTS D'EVALUATION DU POTENTIEL PHYSIQUE

GROUPE TEMOIN:

DATE : le 25/11/2014

N°	NOMS	PRENOMS	Vitesse (20m) sans Ballon et avec changement de direction (Sc)	Vitesse (20 m) avec Ballon et avec changement de direction (Sc)	Test du GAINEGE (Mn)
01	BELHASKA	ABDENNOUR	7.26	9.73	3.50 mn
02	BENSLIMANE	SALAH	7.02	9.67	2.50 mn
03	BELHASKA	ABDELHAK	7.85	10.19	1.35 mn
04	MAHFOUD	DJOUHER	7.15	10.57	2.20 mn
05	CHENOUNE	AMINE	7.60	9.35	2.55 mn
06	AHMED	FOUATIH HAKIM	8.03	10.94	2.05 mn
07	MEHAL	EL HADJ	7.40	9.55	1.50 mn
08	GOUAICHE	RACHID	7.50	9.66	2.25 mn
09	BOUTLIDJA	MOHAMED	7.64	9.99	1.40 mn
10	BENKADDOUR	KARIM	7.16	9.72	2.45 mn
11	BELALIA	ABDERRAHMEN	7.30	9.98	1.40 mn
12	KATBI	RACHID	7.15	10.38	1.50 mn

N°	NOMS	PRENOMS	Demi-Cooper (6 mn)	Vitesse (20 m) sans Ballon(Sc)	Test de Sargent (Cm)
01	BELHASKA	ABDENNOUR	1670 m	3.37	37 Cm
02	BENSLIMANE	SALAH	1660 m	3.84	33 Cm
03	BELHASKA	ABDELHAK	1470 m	3.70	45 Cm
04	MAHFOUD	DJOUHER	1660 m	3.72	42 Cm
05	CHENOUNE	AMINE	1800 m	3.45	50 Cm
06	AHMED	FOUATIH HAKIM	1750 m	3.82	37 Cm
07	MEHAL	EL HADJ	1750 m	4.01	42 Cm
08	GOUAICHE	RACHID	1600 m	3.73	43 Cm
09	BOU TLIDJA	MOHAMED	1560 m	4.03	36 Cm
10	BENKADDOUR	KARIM	1620 m	3.95	42 Cm
11	BELALIA	ABDERRAHMEN	1350 m	3.72	35 Cm
12	KATBI	RACHID	1400 m	3.70	40 Cm

N°	NOMS	PRENOMS	LA CHAISE (mn)	Vitesse (20 m) avec ballon (Sc)	Test Navette 5+10+15...(30 Sc)
01	BELHASKA	ABDENNOUR	3.25	3.63	120 m
02	BENSLIMANE	SALAH	5.10	4.11	115 m
03	BELHASKA	ABDELHAK	2.10	3.57	115 m
04	MAHFOUD	DJOUHER	1.20	4.30	120 m
05	CHENOUNE	AMINE	3.10	4.20	115 m
06	AHMED	FOUATIH HAKIM	2.15	4.63	100 m
07	MEHAL	EL HADJ	3.20	4.08	120 m
08	GOUAICHE	RACHID	3.20	4.05	120 m
09	BOU TLIDJA	MOHAMED	2.30	4.14	115 m
10	BENKADDOUR	KARIM	2.20	4.05	105 m
11	BELALIA	ABDERRAHMEN	1.16	4.25	110 m
12	KATBI	RACHID	2.40	4.10	120 m

Résumé

*A travers cette étude on a essayé de connaître les effets de la **muscultation intégrée**, sur l'amélioration des paramètres musculaires et techniques dans la discipline "football", son **optimisation et sa planification dans l'entraînement des jeunes footballeurs**, et en particulier, si ce concept était transposable chez les jeunes footballeurs algériens U-18.*

Deux objectifs visés, du point de vue scientifique mesurer l'impact de la M.I chez les jeunes joueurs, et du point de vue pratique, présenter un outil pédagogique aux entraîneurs et étudiants dans la compréhension de ce concept d'entraînement.

Pour la réalisation de cette recherche, on a utiliser la méthode expérimentale, on a procéder a l'élaboration d'un programme de 8 semaines, appliquer sur un échantillon composé de 12 joueurs U-18.et après la récolte des résultats des pré-tests et des post-tests ,l'analyse de ces résultats a démontré ce qui suit.

Les hypothèses émises en amont, se sont confirmées à travers l'intervention pédagogique et les résultats obtenus sont significatifs.

La marge de progression du groupe expérimental était nettement significative en comparaison avec le groupe témoin, et que l'impact de ce concept s'est avéré positif dans l'approche de la préparation physique des jeunes footballeurs U-18.nous recommandons.

La nécessité de fournir des moyens en termes d'installations, d'outils et de matériels pédagogiques.

L'attention particulière à la préparation et la formation des entraîneurs des catégories jeunes, le cas échéant, et de la nature spécifiques de ces catégories.

Initier les entraîneurs des jeunes catégories au concept musculctation intégrée, avec toute sa composante technique pour que ces derniers puissent le concrétiser sur le terrain.

Les mots clés : *Muscultation intégrée, Optimisation de l'entraînement, Planification en football, U-18.*

Abstract

Through this study we tried to determine the impact of physical training on integrated general improvement of muscular parameters set in the technical discipline "football", especially if the concept was transferable among young footballers U-18.

Two objectives, the scientific point of view measured the impact of PPI in young players, present a pedagogical tool for coaches and students in understanding the concept of training.

To carry out this research, we use the experimental method, we proceed ELABORATION an 8-week program, apply to a sample composed of 12 players U-18. et after harvesting the results of pre-tests and post-tests, analysis of these results showed the following.

The assumptions made upstream, were confirmed through the educational intervention and the results are significant.

The scope for growth in the experimental group was clearly significant when compared with the control group, and the impact of this concept was positive in the approach to physical preparation of young footballers U- 18.

The need to provide means in terms of facilities, tools and materials.

The special attention to the preparation and training of trainers of youth categories, if any, and the specific nature of these categories.

Introduce coaches youth categories in the concept of integrated physical training, with all the technical part so that they can materialize on the ground.

ملخص البحث باللغة العربية

العنوان: أثر التدريب العضلي المدمج، كإفنية برمجه و تحسين الصفات العضلية عند لاعبي كرة

القدم من دون 18 سنة.

من خلال هذه الدراسة حاولنا تحديد أثر التدريب العضلي المدمج عموماً على تحسين عام ومتكامل للصفات العضلية و الفنية التي تتطلبها رياضة كرة القدم ، سيما إذا كان هذا المفهوم في التدريب الحديث بالإمكان تطبيقه عند الفئات الشبابية للأقل من 18 سنة. لهذه الدراسة هدفين، أولهما علمي و هو معرفة تأثير هذه الطريقة في الرفع من المستوى البدني للاعبين الشباب ، وثانيهما عملي و هو تقديم وسيلة بيداغوجية للمدربين و الطلبة لاستيعاب هذه الطريقة في التدريب.

كان الفرض من الدراسة هو :نعم إن لهذه الطريقة تأثير إيجابي و واضح المعالم في الرفع من مستوى البدني عند اللاعبين الناشئين. و لانجاز هذه الدراسة انتهجنا المنهج التجريبي حيث تمت الاستعانة بعينة اختباريه مؤلفة من 24 لاعبا بين عينة تجريبية عينة ضابطة و وضع برنامج تدريبي لمدة 8 أسابيع.

بعد حصاد نتائج الاختبارات القبلية و البعدية ، أظهر التحليل النتائج التالية :

- واقع تدريب الفئات الشابة لا يساعد على الرفع من المستوى البدني و الفني و بالتالي التأثير سلبيا على المستوى العام للأداء عند الناشئين.

- وجود فروق ذات دلالة إحصائية في مستوى نمو الصفات العضلية قيد الدراسة بين نتائج العينة الضابطة و العينة التجريبية (الذين طبق عليهم البرنامج المقترح) لصالح هذه الأخيرة في القياس البعدي. نستنتج من خلال هذه النتائج أن استخدام هذه طريقة العمل العضلي المدمج في التدريب يعطي نتائج إيجابية عند الفئات الشبابية من دون 18 سنة. و عليه يمكن أن نوصي بما يلي: إعطاء أهمية بالغة لكيفية التكفل بتدريب الفئات الشابة، و ذلك باستعمال أنجع الطرق الحديثة في التدريب في كرة القدم.

تلقيين المدربين مفهوم التدريب البدني المدمج وخاصة العمل العضلي المدمج المتكامل لكي يستطيعوا العمل به مستقبلا.

الحاجة إلى توفير الوسائل من حيث الأدوات والمرافق الرياضية و الاهتمام خاص بإعداد وتكوين المدربين و المؤطرين للفئات الشباب نظرا للطبيعة الخاصة لهذه الفئات.

إعطاء أهمية بالغة للتكفل بهذه الفئات التي تشكل مستقبل الكرة في بلادنا.

الكلمات المفتاحية: أثر- التدريب العضلي المدمج - الصفات العضلية -الناشئين الأقل من 18 سنة.